This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

MÆRKER EFTER EN IISTID

I

OMEGNEN AF HARDANGERFJORDEN.

AF

S. A. SEXE.

Udgivet som Universitetsprogram for første Halvaar 1866.

BIBLIOTHECA BODLEIANA

HERMED ET KART OG NOGLE I TEXTEN INDTAGNE TRÆSNIT.

CHRISTIANIA.

BRØGGER & CHRISTIE'S BOGTRYKKERI.

1866.

188. h. 14.

Mærker efter en Iistid i Omegnen af Hardangerfjorden.

Forelöbige Bemærkninger.

Naar undtages paa Strækningen fra Gjermundshavn indover til Fixeisund, er den paa hosfølgende Kart fremstillede Deel af Hardangerfjorden omgivet af høie, rask opstigende Fjælde, der hyppig vende ret op og ned staaende Klippevægge mod Søen. Fjorden spalter sig i mange Grene: Maurangerfjord, Fixeisund, Gravensfjord, Ulvig- og Osafjord, Øifjord og Sørfjord. Den Ramme af Land, eller egentlig den, hovedsagelig af krystallinske Skifere bestaaende, Klipperamme, som omgiver Fjorden og dens Arme, fortsætter i Regelen med bratte Skraaninger, ofte med Præcipiser, nedenfor Vandspeilet. Naar man i en Baad om Vinteren, da Søen er klar, i stille Veir glider langs Hardangerfjordens Strande, kan man ofte blive ganske svindel ved at kaste Øiet ned over de undersøiske Præcipiser, som der komme tilsyne. Kun paa meget faa Steder, helst paa den ene eller den anden Side af en Elvemunding, er Stranden udgrund ɔ: skyder sig med svag Hældning ud under Søen, hvilken Hældning imidlertid et Styke fra Land gjerne gaar over til Stupning. Den indre Deel af Hardangerfjorden, samt dens Forgreninger, er, i det Hele taget, meget reen og fri for blinde Skjær og Grynner eller grunde Steder, ligesom det er en stor Sjeldenhed, at støde paa en Ø, en Holme, et over Søfladen ragende Skjær. Heraf lader sig med nogen Rimelighed antage, at Fjordens Leie er taalelig jævnt. Fjordens Dybde er lidet undersøgt. Paa tvende, omtrent ¼ Miil fra hinanden og midtfjords liggende, Punkter i Sørfjorden fandt jeg Dybden at være 1200 Fod. Omtrent ¾ Miil i Nordost fra den nordre Ende af Varaldsøen naaede jeg ikke Bund med 1800 Fods Snor, paa hvilket Sted Fjorden efter Linefiskeres Udsagn skal være bundløs, hvilket uden Hyperboler vil sige: usædvanlig dyb. Af disse Sonderinger i Forbindelse med Linefiskeres Udsagn og de stupende Strande, samt i Fravær af Øer, Holmer, Skjær og Grynner lader sig slutte, at Fjorden, i det Hele taget, har en anseelig Dybde. Det samme lader sig formeentlig antage om de fleste Fjorde, som fra Vest skyde ind i Norges Klippekorpus. Og naar man paa den ene Side seer de Dale, som de rindende Vande, i sin Tid vel ogsaa Iisbreerne, have arbeidet paa at udhule, og hvorfra umaadelige Masser af Steenmateriale maa være ført ned i Fjordene, og paa den anden betænker, hvor grund Nordsøen er, saa bliver bemeldte Fjords Dyb en paafaldende Omstændighed.

Fra Bunden eller Pollerne af Hardangerfjordens Arme skyder sig — sædvanlig i den respective Arms Retning — dybe og trange Dale ind i Fjældmassen. Disse Dale forgrene sig og sende Udløbere, snart i den ene, snart i den anden Retning, med aftagende Dybde ind imellem Høilandets Klipper og Nutedrag. Ogsaa fra Fjordens Viker eller Bugter skjære sig, skjønt sædvanlig mindre udprægede, Dale ind i Fjældmassen: En saadan Dal gaar i Nordvest fra Strandebarmsbugten, en Do. løber i Vest fra Kvamma- eller Vikørsbugten, nemlig Steensdalen, hvor der er et Fossefald, som man kan sidde tør under. Lignende fra Fjordens større og mindre Viker indskydende Dale ere: Johndal, Kinsedal og Tyssedal, i hvilken Sidste Elven, Tysso, et godt Stykke løber gjennem Fjældet, der danner en naturlig, med Furuskov bevoxet, Bro over den. En ¾ Miil fra Søen oppe i Tyssedalen har man, især paa Forsommeren, mens Sneenaamet endnu staar paa oppe i Høifjældet, og Vandmassen i Tysso saaledes er stor, fra et Vand, Ringadalsvatne, hvor der er Baad, den skjønneste Anledning til at see de meest pitoreske Vandfald, man kan tænke sig, nemlig Tyssestrængene og Ringadalsfossen. Næssene, som skyde ud i Hardangerfjorden, ere ikke flade og lave Landtunger, men butte Ender af nedskraanende Fjældrygge, som løbe frem mellem Dalene.

Alle Dalene tjene naturligviis som Afløbsrender for den Nedbærsel, der i saa rigelig Mængde falder paa den betræffende Deel af Landet. Enhver Dal er saaledes gjennemstrømmet af en rastløs, skummende og brummende Elv med en Mangfoldighed af Stryker, Stup, kogende Kulper og Vasgyv op efter Dalsiderne. Der mangler forresten ikke Exempler paa, at Elve og Bække kaste sig udover Fjældenes øverste Eg, som vældede de over Randen af et overfyldt Kar. Og da Fjældsiderne ikke sjelden staa ret op og ned eller endog lude fremover, og deres øverste Brink eller Bryn gjerne er indsvøbt i Skod: saa hænge disse Vandstrømme som hvide Traadbundter ned fra Skyerne, svaiende hid og did for Vinden, der ikke sjelden kaster dem lige opover igjen. Man har ofte Anledning til at see en Strid udspinde sig imellem Stormen og disse „Hængebække“: Saasnart Stormen giver det mindste efter, er Bækken paa Farten ned igjennem Luften; men saa tager Stormen atter i, standser Vandstraalen, og Striden bliver staaende, ikke vinder Bækken frem og ikke viger den tilbage; men nu bliver den i Luften hængende Vandsæk for tung og begynder at synke, eller en Vandtunge skyder ned og ligesom borer sig gjennem Stormen, og det seer ud til at Bækken skal faa Overmagten, — nei saa bliver Stormen rasende, gjør kort Proces og jager det Hele tilveirs, saa at Fjældet staar som en Pande med tilbagestrøget Haar. Saaledes kan det staa paa i lange Stunder. Imidlertid tørres ikke Elveløbet ud nedenunder. Sagen er, at Vandet for sn god Deel slaaes ind paa Fjældvæggen og risler tyndt og spredt ned efter denne.

Skuringsmærker.

Mærker efter Skuring har jeg fundet: a) oppe paa Fjældplateauet i Øst og Sydøst for Sørfjorden, b) i Dalene, som stævne ned mod Søen, c) paa Klippesiderne langs Fjorden og dens Forgreninger og d) paa nogle i Fjorden forekommende Øer. En enkelt Piil paa Kartet tilkjendegiver Skuringsmærkernes tydelige Forekomst, samt Skuringens Retning paa det betræffende Sted, to parallele Pile i samme Retning angive, at Skuringsmærkerne paa Stedet ere i høi Grad udviklede, og to parallele Pile i modsat Retning antyde Skuringsmærkernes tydelige Forekomst,

men at det er uvist, i hvilken af de to modsatte Retninger Skuringen fandt Sted, eller at den gik for sig snart i den ene, snart i den anden af bemeldte Retninger.

a) *Skuringsmærker paa ovenbetegnede Fjældplateau.* Middelhøiden af bemeldte ujævne, couperede og i forskjellige Retninger af Dale furede Fjældplateau kan anslaaes til omkring 4000 Fod over Havet, medens hist og her en og anden Ryg, Nut eller Bergkolle kan naa op til eller lidt over 4500 Fod. Skuringsmærkerne paa bemeldte Plateau, som jeg iagttog paa en kortvarig Excursion, hvis egentlige Øiemed var at tage tvende Sneebræer i Øiesyn, nemlig Træsfon og Solfon, viste sig mindre hyppige eller ikke saa allestedsnærværende som nede i Lavlandet, hvorhos de vare mindre udprægede, end i sidstnævnte Region. Det kan i Forbindelse hermed bemærkes, at man alt med hvert og hyppigere end i Lavlandet, traf paa Klippepartier, der saa ud som sønderbrustne Ruiner, og Fjældflader, som vare haardt medtagne af Forvittring, hvorfor det lader sig tænke, at Skuringsmærkerne for en god Deel vare blevne udslettede. Som Grund til at Skuringsmærkerne viste sig mindre hyppige og mindre udprægede oppe paa bemeldte Fjældslette, end nede paa Hardangerfjordens Strande, kan man muligens tænke sig, deels at Skuringen var mindre kraftig deroppe, deels — hvad der er faktisk — at Bergarten hyppig var mindre haard og saaledes lidet skikket til at bibeholde de modtagne Skuringsmærker, deels endelig, at de, Forvittring bevirkende, ydre Aarsager eller Agentier ere stærkere i Høilandet end i Lavlandet. Høilandets Klippeflader ere jo mere udsatte for Frost og Fugtighed end Lavlandets. Luftens Kulsyregehalt tiltager med Høiden, indtil denne naar et vist Maximum. Heraf synes at følge, at den Væde, som slaar sig paa Høilandets Klippeflader, er mere kulsyreholdig og mere opløsende end den, som lægger sig paa Lavlandets Fjældgrund. Fremdeles synes det, at Temperaturen i Jordoverfladen maa være underkastet større, hyppigere og pludseligere Forandringer i Høilandet, end i Lavlandet. Thi paa den ene Side er jo Lufttemperaturen lavere, og paa den anden maa Insolationen i nogen Mon være stærkere deroppe, end dernede. Solstraalernes Intensitet svækkes jo under Passagen gjennem Atmosfæren. Og de have en kortere Vei at passere, for at naa Høilandet, end for at trænge ned til Lavlandet. Saaledes synes det rimeligt, at en Klippeflade oppe i Høiden maa opvarmes stærkere, naar Solen beskinner den, og afkjøles stærkere, naar Solen ikke beskinner den, end en Do. lavere nede. Denne Slutning seer jeg mig vistnok ikke i Stand til at understøtte ved exacte Iagttagelser. Det er imidlertid en utvivlsom Erfaring, at, naar man har, hvad man kalder Gluggesol, eller naar Himmelen er bedækket af tætte Skyer med klare Huller og Rifter imellem, saa føler man i Lavlandet aldrig saa tydeligt Forskjellen mellem at beskinnes og ikke beskinnes af Solen som oppe paa Fjældsletten. Men dersom en høiere beliggende Fjældflade er udsat for en større og hyppigere Temperaturvexel, saa bliver den med det samme ogsaa mere disponeret til at forvittre end en lavere Do.[1] Thi jo mere Temperaturen vexler, desto mere maa de i Fladen siddende Massedele udvide sig og atter trække sig sammen, og desto snarere maa de løsne fra hinanden, især om de ikke ere eensartede. Jeg maa dog anmærke en Erfaring, der taler for en Indskrænkning i den Varme, som høitliggende Klippesider modtage fra Solen: Naar man oppe paa en Fjældtop iagttager Ther-

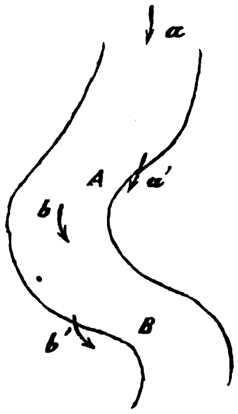
[1] Da de mod Middagssolen vendende Fjældsider opvarmes meest om Dagen, medens de om Natten maa afkjøles omtrent til samme Temperatur som de øvrige Fjældsider, saa synes den ved den daglige Temperaturvexel fremkaldte Forvittring i den nordlige Halvkugle helst at maatte angribe Klippesider, som vende mod Syd og Sydvest.

mometret, saa finder man, at Temperaturen synker, saasnart der kommer en Vindpust. Er nu Luftens Uro større oppe i Høifjældene end i lavere Egne, saa maa den ogsaa mere modvirke Jordbundens Opvarmning af Solen høiere oppe end lavere nede. Imidlertid turde dog de saaledes paapegede Omstændigheder medføre, at Skuringsmærkerne i Almindelighed ere mindre hyppige og mindre kjendelige i Høilandet end i Lavlandet.

Paa det Fjældplateau, hvorom her handles, fandt jeg to Sorter Skuringsstriber, nemlig saadanne, som fulgte Dalsløbene, og saadanne, som ikke gjorde dette. De førstnævnte Striber ere vel egentlig af samme Art og Oprindelse som de nedenfor under b) omhandlede. Som Localiteter, hvor den sidstnævnte Sort Striber fandtes, kan nævnes Sneisagavlen og Krokane, det første Sted liggende $\frac{1}{4}$ til $\frac{1}{2}$ Miil, det andet omtrent $\frac{3}{4}$ Miil ind paa Plateauet i Øst for Gaarden Sexe i Sørfjorden, begge omtreut 4000 Fod over Havet. Paa begge Steder løbe Striberne fra Sydøst mod Nordvest, paa første Sted skraas opover en mod Nordøst hældende Klippeflade. Striberne fulgte vistnok Terrainets generelle Hældning; men Terrainet er meget couperet, og Hældningen svag. Lignende Striber fandtes i Rossaskor omtrent 4000′, og øverst i Reppalurane omtrent 4500 Fod over Havet, det sidste Sted beliggende paa den sydøstre Ende af Sneebræen, Træsfon. Paa begge disse Steder løbe Striberne fra Syd mod Nord, paa sidste Sted skraas op over en mod Sydøst hældende Fjældflade, og det uagtet der strax østenfor begynder at sænke sig en mod Øst løbende Dal. I Reppalurane forekomme Striberne tet op til de høieste Fjældhumper, som findes i viden Kreds, og de udgik ikke, steg ikke ned, fra bemeldte Fjældhumper. Med Localiteterne for Øie falder det vanskeligt at begribe, hvorledes disse Striber ere blevne til.

b) *Skuringsmærker i Dalene, som stævne ned mod Søen.* I alle de Dale, som udmunde i Hardangerfjorden, samt i disses Bidale, bærer Fjældgrunden Mærker efter Afskuring, undtagen hvor den er stærkere angrebet af Forvittring, og hvor det lader sig slutte, at den er bleven blottet, f. Ex. ved Nedstyrtninger, efter Skuringstiden. Skuringsmærkerne ere flere Slags saasom Dalsidernes Afjævning og Fjældpartiernes Afrunding i det Store, hvilket kan kaldes et Slags Grovhøvling. Overfladen er moutonnée, helst nærmere Dalbunden. Dette Skuringsmærke er det almindeligste. Dernæst komme store Furer, der paa længere eller kortere Stykker kunne see ud som den concave Flade paa en Halvkylinder. Endelig maa nævnes Afglatning indtil Politur med eller uden fine, parallele Striber. Mærkerne efter Skuringen vise sig i Regelen tydeligst paa Dalsider og Fjældflader, som vende opad, danne en Vinkel med, eller stille sig i Veien for Dalsløbet ovenfor. Skuringsstriberne følge Dalsløbene, men ikke saa præcist og villigt som Elvene. Har Dalen en Form som Fig. 1, saa er det paa den øvre Side af Næssene A og B Fjældgrunden viser sig meest og hypigst angreben ved Afskuring. Og medens Elven løber som Pilene a og b antyde, sætte Skuringsstriberne, som Pilene a′ og b′ udvise, ind paa og over Næssene A og B, naar disse ikke ere altfor høie og tverbratte paa den øvre Side.

Fig. 1.



Hvor en Bidal B munder i en Hoveddal A, Fig 2, viser Ejældet sig meest og hyppigst angrebet ved Skuring paa Bidalens nedre Side ved C, hvor den gaar over i Hoveddalens Side, et Fænomen, som viser sig paafaldende tydeligt, hvor Buersdalen munder i Oddadalen.

Fig. 2.

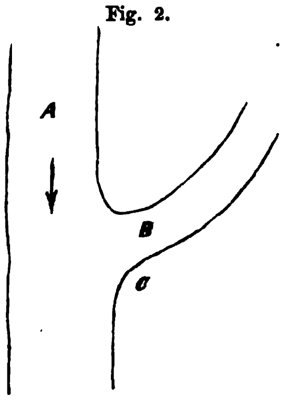
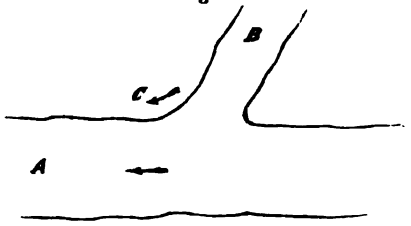


Fig. 3.



Hvor en Dal B munder mod Fjorden A, Fig. 3, er det Dalens ydre Side ved C, som viser sig meest og hyppigst angrebet ved Skuring, og Furerne, Striberne have et Løb som Pilen antyder. Som en Localitet, hvor dette Fænomen i høi Grad viste sig tydeligt, kan nævnes Tyssedalens Udmunding i Sørfjorden.

Hvorledes det sammenligningsviis forholder sig med Skuringsmærkernes Hyppighed og Friskhed op efter Siderne af disse Dale i forskjellige Høider over Dalbunden, er ikke let at sige, da disse Sider især i større Høider, gjerne ere saa steile, at de ere utilgjængelige. Paa en Klippevæg, der danner Østsiden af den Dal, som udmunder i Fixeisund, saaes Skuringsmærker, navnlig Furer, i en Høide, som jeg maa anslaa til omkring 1500 Fod over Dalbunden. At slutte fra Klippesidernes Udseende paa Frastand, viser Skuringsfænomenet sig sjeldnere og svagere, jo høiere over Dalbunden.

c) *Skuringsmærker paa Klippesiderne langs Fjorden og dens Arme.* Hvad angaar de Fjældsider, som indeslutte Hardangerfjorden og dens Forgreninger, saa bære de, især langs Stranden og i mindre Høider, Mærker efter Afskuring paa samme Maade som Dalsiderne, kun endnu mere iøinefaldende. Naar man seer fra inden ud efter en Fjord, saa vise Klippefladerne sig paa begge Sider af samme allerede paa Afstand hyppig afjævnede og afrundede i det Store, og naar man kommer nærmere, finder man, at Furer og Striber, om ikke just Politur, hører, saa at sige, til Dagens Orden. Skuringsmærkerne ere saa hyppige langs Strænderne, at man snarere kan spørge, hvor de ikke findes, end hvor de findes. De vise sig især paa Indsiden af fremstikkende Næs, og hvor disse ikke ere altfor høie og tverbratte paa Indsiden, stige Furer og Striber op af Søen og sætte over dem. Derimod tabe Skuringsmærkerne sig eller endog ganske forsvinde paa Næssenes Udsider, især om disse ere meget bratte. Som Pilene paa Kartet udvise, følge Furer og Striber altid Fjordens Løb udefter. Saaledes løbe de mod Nordnordost i Sørfjorden, mod Vest og Sydvest i Øifjord, mod Syd og Sydsydvest i Ulvig- og Osafjord, mod Nordvest forbi Utne og forbi Eikenæs, mod Sydvest i Gravensfjord, mod Sydøst i Fixeisund og mod Sydvest i Mourangerfjord. I Sørfjord, Øifjord og Mourangerfjord, som grændse nærmest til et høit Fjældplateau, er Skuringsfænomenet meest udviklet, mindre i Ulvig, Graven og Fixeisund. Jeg er tilbøielig til at antage, men tør ikke paastaa for vist, at Skuringsfænomenet, i det Hele taget bliver sjeldnere, og mindre friskt, jo længere ud mod Havet.

Hvor høit op paa Fjældsiderne den langs Fjorden løbende Afskuring har naaet, lader sig

vanskelig sige. Thi deels ere disse Fjældsider i større Høider meget hyppigt rene Flogberg, som ingen vingeløs Skabning kan komme paa nært Hold, deels ere deres nuværende Yderflader uden Tvivl af et yngre Datum end Skuringstiden. De ere nemlig fremkomne ved Bergfald eller Nedstyrtninger, hvorom de nedenfor liggende hyppige og store Urer af skarpkantede Klippeblokke bære Vidne. Det maa imidlertid antages, at Afskuringen naaede op til en Høide af 1500 Fod over Søen paa et Klippeparti, kaldet Galden, lige op fra Gaarden Sexe i Sørfjorden. Paa den østre Side af Lugsund, som forbinder Hardangerfjorden med Bjørnefjorden, saaes nordefter, parallel med Sundet løbende Skuringsfurer i en Høide af omtrent 300 Fod over Havet. At slutte fra Fjældsidernes Udseende paa Frastand blive Skuringsmærkerne sjeldnere og mattere, jo høiere over Fjorden.

d) *Skuringsmærker paa Øer.* Som Øer, hvorpaa der saaes Skuringsmærker, kunne udhæves Kvamsø, Varaldsø, Kalvø og Skorpen. Kvamsøen naar en Høide af 50 Fod over Havet; men Furerne og Striberne sætte tvers over den fra Nord mod Syd. Den nordligste Pynt af Varaldsøen og den nordvestre Side af Øen fra bemeldte Pynt til Fluedalen viser sig i høi Grad angrebet af Skuring fra Nord eller Nord-Nordøst. Furer og Striber stige op af Søen paa Nordpynten og sætte paa Skraa høit opover Øens mod Nordvest hældende Klippeflader. Derimod viser Skuringsfænomenet sig kun svagt paa Øens nordøstre Side, nemlig mellem Nordpynten og Gaarden Haukanæs, paa hvilket sidste Sted det dog fremtræder meget tydeligt. Paa Østsiden af Øen, lige op fra Haukanæs, saa jeg Skuringsmærker indtil kun omtrent 50 Fod ned fra Øens høieste Top, som efter min Maaling ligger 1345 Fod over Havet. Det er ikke usandsynligt, at Skuringen har gaaet over hele Øen lige til eller over det Øverste. Kalvøen viste sig stærkt skuret, og paa Skorpen saaes Furer parallele med Fjorden, antagelig til en Høide af 300 Fod over samme.

At Skuringsfurerne og Striberne paa sine Steder sætte ned i Søen og paa andre stige op af Søen, har jeg oftere havt Anledning til at see. Men jeg har ingen Erfaring om, hvor dybt de gaa, da Hardangerfjorden paa den Aarstid, jeg gjorde Skuringsfænomenet dersteds til Gjenstand for Undersøgelse, nemlig om Sommeren, altid er meget uklar, især naar man kommer længer ind.[1]

[1] Denne Uklarhed kommer naturligviis for en Deel deraf, at Søvandet er mere opblandet med Slam om Sommeren end om Vinteren. Men den fordunklende Substants synes dog ikke udelukkende, ikke engang hovedsagelig at bestaa af Mineralslam. Naar man om Vaaren — hvad jeg ofte har gjort som Fisker — stirrer fra Baaden ned i Søen efter Fisk paa Bunden, kan Søen være ganske klar lange Stunder; men saa kan der komme bredere og smalere bugtede Striber af dunkelt smudsiggrønt Vand, der ligesom overskyer den nylig saa klare Bund. Man kan i disse Striber ikke opdage nogen enkeltviis svævende Partikler; men det seer ud som om Søvandet var blevet opblandet med en deels slimagtig, deels olieagtig Vædske. Naar dette Fænomen er begyndt at vise sig, siger Hardangeren at „Groren" er kommen i Søen, hvoraf Meningen er, at det er begyndt at gro i Søen. Er denne Talemaade Udtrykket for en instinctmæssig anet Sandhed? Er det Plantesafter, afsondrede af Søvæxter, eller nedførte med det rindende Vand, som begynde at fordunkle Søen, saasnart den varmere Aarstid indtræder? Er denne Dunkelhed Virkningen af et organisk Liv, som slumrer om Vinteren, og vaagner om Vaaren? I Forbindelse hermed maa jeg ogsaa berøre et andet Søfænomen, som viser sig meget ofte og er almindelig bekjendt, men som, saavidt jeg veed, ingen Naturkyndig har gjort til Gjenstand for Undersøgelse: Søfladen er nemlig i stille Veir, navnlig om Sommeren, især imod og under Regn fuld af bugtede, uregelmæssige Striber og Pletter, som see mørkere og ligesom mere polerede ud end Søfladen forøvrigt. Fænomenet, der sees bedst fra et høit Standpunkt, har en slaaende Lighed med et Speil, hvorpaa man har pustet en fiin Hinde af Fugtighed, som man stribeviis og pletviis har strøget bort igjen.

At slutte fra det saaledes skildrede Skuringsfænomen, maa Fjældene omkring Hardangerfjorden og Fjældplateauet østenfor samme engang have været bedækkede af en uhyre Sneebræ, hvorfra der er steget mægtige Iisbræer ned gjennem alle mod Hardangerfjorden og dens Forgreninger stævnende Dale. Daliisbræerne have sluttet sig sammen og skudt sig forenede ud over Fjordarmen. De fra de forskjellige Fjordarme kommende Iisbræer, have atter forenet sig til en Hovediisstrøm, der, optagende Tributariisbræer fra de tilstødende Dale, har skudt sig ud igjennem Fjorden lige tilhavs. Saaledes har der gaaet en Iisbræ ned igjennem Hoveddalen i Odda, optaget en Do. fra Buersdalen, og Begge forenede skjød sig ud over Fjorden, hvor Iisbræen fra Tyssedal stødte til og forenede sig med dem. Alle Tre forenede skjød sig længer ud igjennem Sørfjorden, idet de optog mindre Iisbræer snart fra den ene snart fra den anden Side. En paa samme Maade samlet Iisstrøm kom ud fra Øifjord og Ulvig og stødte imod Iisstrømmen fra Sørfjorden paa den saakaldte Ulgunæsfjord, hvor ogsaa Iisstrømmen fra Kinsedalen stødte til. Disse tre, mod et Punkt convergerende, Iisstrømme trængte sig forenede udover Fjorden mellem Tronæs og Eikenæs, hvorpaa de optog Iisstrømmen fra Gravensfjord o. s. v. Den samlede Iisstrøm fra inden tørnede imod Varaldsøen, og hvorvel den til en Tid høist sandsynlig skjød over Øen, saa har den nedentil kløvet sig paa samme, saaledes at en Arm med større Fart trykkede sig frem vestenfor Øen gjennem Bondesund, medens en anden med mindre Hurtighed arbeidede sig frem østenfor gjennem Sildefjorden. At den vestre Arm har skudt sig frem med større Fart, end den østre, fremgaar deraf, at Øens nordvestre Side er i høi Grad angrebet ved Skuring, medens dens nordøstre Side kun viser svage Skuringsmærker. Som Aarsager til denne forskjellige Hurtighed lader sig tænke: 1) Det vestre Løb er mere i Flugt med Iisstrømmens Retning indenfra, end det østre, 2) Der gik muligens dengang, ligesom nu, en stærkere og mere vedholdende Strøm i Søen ud af Bondesund, end ud af Sildefjorden og 3) Iisbræen fra Mourangerfjorden stoppede Noget imod den østre Arm af den fra inden kommende Iisstrøm.

Den saaledes gjennem Hardangerfjorden udgaaende Iisstrøm naaede naturligviis et saadant Dyb i Søen, som dens Høide over Fjorden og Isens specifiske Vægt fordrede, hvilket Dyb sandsynligviis var meget betydeligt.

Disse paa Skuringsfænomenet byggede Slutninger om fortidige Snee- og Iisbræer kunne naturligviis ikke gjælde blot en enkelt Egn af liden Udstrækning, deels fordi det vinterlige Klima, som Tilværelsen af saadanne Snee- og Iisbræer forudsætter, ikke kan tænkes indsluttet af snævre Grændser, deels fordi Skuringsfænomenet har en meget stor geografisk Udbredelse. Navnlig veed man, at det forekommer saa godt som overalt paa den skandinaviske Halvø, hvorfor hele det skandinaviske Høiland idetmindste engang maa have været begravet under en Sneebræ, hvorfra Iisstrømme have skudt sig ned over Lavlandet, gjennem alle Dale og ud af alle Fjorde.

Slutninger af denne Art, eller Slutninger angaaende Tilstande i en fjern Fortid saa vidt forskjellige fra dem, der nu finde Sted i de betræffende Egne, vilde naturligviis ikke kunne tillægges synderlig videnskabelig Betydning, naar man ikke kunde støtte dem med Erfaringer fra Nutiden, eller naar de tilsigtede Tilstande vare ganske exempelløse i Tingenes nærværende Orden. Men saadanne Erfaringer og Exempler har man fra Grønland. Naar man læser det danske, i 1857 udgivne Værk, „Grønland geografisk og statistisk beskrevet af H. Rink“, saa bliver det skandinaviske Høilands Incrustation med en universel Sneebræ strax noget meget Mere, end

blot en dristig Tanke, saa at man med fuld Føie kan sige, at H. Rink i Grønland fandt den Nøgle, ved Hjælp af hvilken man sættes i Stand til at tyde Glacialfænomenet i Skandinavien.

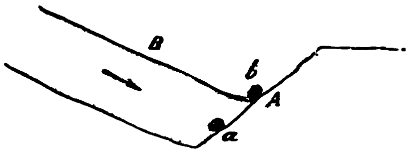
Men hvorvel der for Tiden blandt dem, som have gjort Glacialfænomenet til Gjenstand for Granskning, vist ikke gives Mange, der finde synderlige Betænkeligheder ved at antage, at det skandinaviske Høiland engang laa begravet under en Alt overdækkende Sneebræ, som i Dybet bestod af Iis og i Form af Iisbræer gled ud til alle Sider lige til Havet: saa kan dog denne Bevægelse neppe siges at være bragt til fuld Klarhed og Begribelighed. Tydningen af Skuringsfænomenet har sine Vanskeligheder, for ikke at sige: loci desperati, endnu, hvilket man bedst føler, naar man ude paa Fjæld, i Dal og Fjord med Localiteterne for Øie skal klare det Spørgsmaal: Hvorledes kunde dog Skuring finde Sted og Furer og Striber tage en saadan Retning her paa dette Punkt? Naar man træffer Furer og Striber, ikke radierende ud fra, men strygende paa Skraa op over Klippeflader tet forbi de høieste Fjældhumper langt inde paa Høilandet, fra hvilke dette, skjønt besat med Kupler og Bergkoller, og rynket af Dale, Bergrygge og Nutedrag i det Uendelige, i det Store tager sig ud som en horizontal Slette rundt omkring, saa langt Øiet kan naa, og spørger: Hvorledes skulde en Snee- og Iisbræ kunne komme i Bevægelse her? Eller naar man nede i den dybe Dal seer Furer og Striber stige fra Dalbunden paa Skraa høit op over modstaaende Dalsider, og spørger: Hvor kom den vis a tergo fra, som forslog til at give en Iisstrøm et saadant Løb? Eller naar man — for at komme tilbage til Hardangerfjorden og dens Omegn — skal forklare, hvorledes en Iisstrøm, udsprungen fra en blot 4000 Fod høi Fjældslette, kunde skyde sig ud tilhavs gjennem en bugtet, mange Mile lang Fjord, og underveis løfte sig over Næs og Øer: saa bliver Problemet, seet fra Localitetens Standpunkt, eller betragtet fra nært Hold, saa overvældende vanskeligt, at man helst bliver tilbøielig til at mistvivle om dets Løsning og bekjende sin intellectuelle Afmagt. Men ligesom man, idet man stiller sig for Øie den extensive Tankegjenstand: hele den skandinaviske Halvø bedækket af en Sneebræ, som glider ud til alle Sider i Form af Iisbræer, er tilbøielig til at oversee eller undervurdere de Hindringer, som sætte sig imod en saadan Bevægelse, saaledes er man udentvivl noget befangen eller hildet og tilbøielig til at tænke sig Hindringerne for store og de bevægende Kræfter alt for smaa, naar man spørger om Muligheden af en saadan Bevægelse fra mere locale eller specielle Standpuncter.

Hvis det har sin Rigtighed med min i Universitetsprogram for 2det Semester 1865, „Om Sneebræen Folgefon", udtalte Anskuelse, at Iisbræerne glide, hovedsagelig fordi de tø indentil og paa Underfladen, saa kan man tænke sig, at Furer og Striber, som stige paa Skraa op over de øvre Sider af Næs — A og B Fig. 1 — der stille sig i Veien for en gjennem en Dal fremskydende Iisstrøm, ere fremkomne paa følgende Maader:

1) Naar en Iisbræ tør paa Underfladen, saa kan der indtræffe Tidsmomenter, da store Partier af den have saaledes tabt Fodfæste, at de ville glide, medens et mindre Parti, der er tørnet imod en Klippeflade af lidet Areal, sætter sig imod Bevægelsen. I saadanne Momenter ville de store Partier virke med samlet, concentreret Tryk paa det mindre Parti, og det er tænkeligt, at de saaledes ville kunne skyde det frem og endog høiere op over den modstaaende Klippeflade, end de selv ligge. Actio og Reactio foregaar ikke her som i communicerende Rør, hvor en smalere Colonne af Fluidet holder Stangen mod en tykkere, naar den første har den

samme Høide, som den sidste; men her virker de store Partiers Vægt eller en Deel af samme, medens Vægten af det mindre Parti eller en Deel af samme virker imod, reagerer, men for svagt, saa at det maa vige op over Klippefladen, hvorimod det støtter sig. Arbeidsmethoden grunder sig simpelthen paa Principet: Enighed gjør stærk, eller mange Bække smaa udgjøre en stor Aa. Man kan ogsaa sige, at den paa en Maade er en Anvendelse af det dynamiske Princip, hvorefter et større Legeme, naar det overfører sin Bevægelse paa et mindre Do., jager dette afsted med en Hurtighed, som er ligefrem proportional med det Førstes Vægt og omvendt proportional med det Sidstes. Laa der nu Steen og Gruus imellem det for Overmagten vigende Iisparti og Klippefladen, op over hvilken det blev skudt, saa har man de fra neden opstigende Furer og Striber paa denne. At en Opstuvning af Vandstrømmen under Iisbræen vilde paaskynde en saadan Bevægelse er en Selvfølge.

Fig. 4.



2) Iisbræernes Mægtighed er foranderlig. Man kan saaledes tænke sig, at en Iisbræ, Fig. 4, der trykker Stenen a, mod Klippefladen, A, voxer, og at den mod A stødende Deel af samme paa Grund af det forøgede Tryk a tergo svulmer op og derunder fører Stenen, a, op over Fladen, A, og furer den. Det lader sig ogsaa tænke, at Stenen, a, bliver skudt op til Stenen, b, som ligger paa Isens Overflade, medens Iisfladen, B, fortvæk afsmelter, men beholder samme Niveau paa Grund af en constant Efterstrømning a tergo. I saa Tilfælde vilde der samle sig en fra neden opskudt Moræne ved Klippevæggen, A.

At en Iisstrøm kunde bevæge sig ud igjennem Hardangerfjorden og navnlig skyde sig over Næs og Øer og derunder fure og stribe dem, har jeg søgt at forklare mig paa følgende Maade.

Iisstrømmen naaede høit op paa Fjældsiderne over Søens nærværende Niveau, stak ogsaa dybt under samme, maaskee lige ned til Bunden af Fjordleiet, dog ikke saaledes, at Havet udelukkedes derfra. Iisstrømmen laa altsaa i Søvand, naar undtages dens øvre Deel. Paa denne Fjordiisbræ eller dette i Søvand liggende Iislegeme trykkede de paa et hældende Underlag hvilende Daliisbræer, saa at der med behørig Reduction forplantede sig et samlet Tryk fra disse igjennem Iislegemet ud igjennem Fjorden, eller med andre Ord: enhver af Daliisbræerne skjød med en Deel af sin Vægt efter Fjordiisbræen. I visse Tidsmomenter vare store Partier af Fjordiisbræen saaledes løsnede fra Bund og Sider, at de vare villige til at følge Trykket fra inden, medens snart et Næs her, snart et Næs hist eller en Ø gjorde Modstand med en forholdsviis indskrænket Flade, som dannede en skjæv Vinkel med Iisstrømmens Retning. Det brede Tryk, eller det Tryk, som disse Partier modtoge paa en udstrakt Flade fra inden, blev saaledes udad concentreret mod en indskrænket Modstandsflade, og det er saaledes rimeligt, at de skjød sig paa Skraa op over denne, naar de ikke kunde vige ud til Siden. I Forbindelse hermed kan bemærkes, at Forskjellen mellem Flod og Fjære almindeligviis beløber sig til 4 Fod i Hardangerfjorden, at der kan være en meget høi Flod, naar det i længere Tid stormer fra Vest og Sydvest, ligesom en lav Ebbe under vedvarende Østenvind. Naar nu Søen flødde, saa maatte den, om ikke løfte, saa dog i nogen Mon lette paa Iislegemet i Hardangerfjorden, saa at dette under Flod lod sig lettere skyde udover. Og naar Søen faldt og strømmede tilbage til Havet, saa greb den udadgaaende Strøm fat i Iislegemet paa en Uendelighed af Punkter og Flader og drog det med sig, virkede saaledes i Forening med Daliisbræernes Tryk udad. Iis paavirket af

Strøm er, som bekjendt, i Stand til betydelige Kraftyttringer: En Iisflage kan drive for Strømmen med en næsten umærkelig Fart; men streifer eller støder den i Forbigaaende paa et Næs, saa skyder den sig med stort Brag høit op paa samme. Grunden hertil er naturligviis den, at Strømmen virker paa en stor Flade af Isen, medens Næsset kun gjør Modstand mod sammenligningsviis faa Punkter af den. Af lignende Aarsag kunne Iisflager af ubetydelig Tykkelse bortfeie Brygger og Broer og flytte utroligt store, paa Strand og Elvebredder henliggende, Stene.

Hvad angaar de Skuringsmærker, som jeg traf oppe paa Fjældplateauet østenfor Sørfjorden, nemlig tvende Sorter Furer og Striber, den ene følgende Dalsløbene, den anden uafhængig af disse, saa vanskeliggjøres deres Forklaring ved Plateauets betydelige Udstrækning, dets Ujævnhed i det Mindre og dets Horizontalitet, eller Nærmelse til det Horizontale i det Store. Det falder vanskeligt, at tænke sig, at nogen Snee- eller Iisbræ skulde kunne glide paa et saadant Underlag. Det er heller ikke saa ligetil klart, hvorfra det Steenmateriale skulde komme, ved Hjælp af hvilket de Skuringsstriber dannedes, der stryge ikke ned fra, men paa Skraa opover og tæt forbi de høieste Fjældhumper paa Plateauet, medens Striberne længere nede følge Dalsløbene. Naar man skulde prøve paa at gjøre sig Oprindelsen af Skuringsmærkerne paa bemeldte Fjældslette, eller paa det skandinaviske Høiland i det Hele taget, nogenlunde begribelig, saaledes som Landets Relief nu er beskaffen, saa maatte man vel gribe til den Forudsætning, at Terrainets Horizontalitet i det Store blot er tilsyneladende, eller at det — maaskee enkelte Localiteter undtagne — altid har en generel Hældning udad til den ene eller den anden Side, og dertil knytte følgende Tankeexperiment:

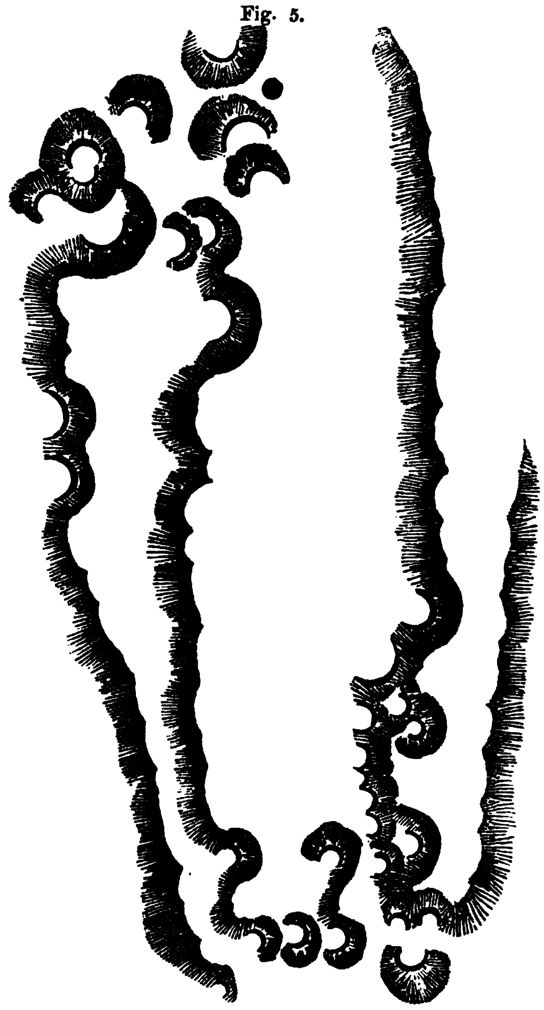
Temperaturen i en Sneebræ af nogen Mægtighed maa være 0° eller grændse nær op til 0°. Grundene, hvorfor jeg antager dette, ere udviklede i forhen berørte Program om Folgefon. Naar Sneebræen opnaar en vis Mægtighed, gaar dens dybeste Lag paa Grund af Trykket af de overliggende over til Iis, og naar Trykket bliver større, gaar Isen over til Vand. Ligger nu en Snee- og Iisbræ af tilstrækkelig Mægtighed paa et Terrain, som er ujævnt i det Mindre og har i det Store en generel Hældning, saa søger Vandet til dets Fordybninger, danner Strømme, der gjennem Furer og Dale finde Vei til Lavlandet og Havet. Disse Strømme opnaa paa Grund af de mange Hindringer, som de støde paa, ikke den Hurtighed, der svarer til den bevægende Kraft; derfor stiger deres Temperatur noget, hvorfor de under Løbet afsmelte Isen paa Underfladen. Herved bliver Iisbræen disponeret til at glide til og efter Terrainets Dale. Under denne Gliden kan man tænke sig de Skuringsmærker opkomne, som følge Dalsløbene oppe i et Høiland. Men ligesom Vandpartiklerne i Overfladen af en sagte strømmende Flod utvivlsomt tilbagelægge en mere lige eller mindre bugtet Vei, end Partikler, som følge Flodens Bund og hyppig støde paa Hindringer, saaledes er det ogsaa sandsynligt, at Bevægelsen i de høiere beliggende Skikter i en Iisbræ er i nogen Grad uafhængig af de partielle og locale Strømninger paa Dybet, eller at den følger Terrainets generelle Hældning, og dette saameget mere, jo høiere Skiktet ligger. Berører eller streifer nu et saadant Skikt, idet det bevæger sig, Underlagets høiere og høieste Humper, saa er det rimeligt at disse, naar der er Skuringsmaterial forhaanden, erholde Striber og Furer, som ikke rette sig efter Dalsløbene. Hvad imidlertid de høieste Humper angaar, saa kan ikke Skuringsmaterialet være ført til dem andetsteds fra, men Isen maa have løsrevet det fra selve Klippefladen, som den har skuret.

Man vilde lettest kunne forklare sig Skuringsfænomenet i det skandinaviske Høiland, naar man tænkte sig, at Landets Relief var foranderlig under Opstigningen af Havet, og at det blev belagt med en mægtig Snee- og Iisbræ allerede medens endnu blot en mindre Deel deraf ragede over Havfladen, samt at Snee- og Iisbræeu udbredte sig mere og mere, efterhaanden som Landet steg. I saa Fald kunde man altid tænke sig Skuringen foregaaet i Nærheden af eller ikke langt fra Havet, og at den lidt efter lidt ophørte paa et Sted, efterhaanden som dette under Opstigningen fjernedes fra Kysten. Og naar man saa Skuringsstriber sætte op over en Klippeflade uden at kunne begribe, hvor den vis a tergo kom fra, som skulde forslaa til at give en Iisbræ et saadant Løb, saa havde man den Udvei, at tænke sig Fladen med dens Omgivelser anderledes stillet med Hensyn til Horizonteu og de tilgrændsende Landpartier end nu.

Jættegryder.

Jættegryder i heel eller fuldendt Tilstand findes ikke meget hyppig i Egnen omkring Hardangerfjorden; men Fordybninger, Udhulinger i det faste Fjæld, som kunne ansees for paabegyndte, ufuldendte eller atter forstyrrede Jættegryder, stødte jeg paa saa ofte, at det forekom mig overflødigt at notere dem alle, ligesom jeg ogsaa finder det overflødigt, her at omhandle alle, som jeg noterede, skal derfor indskrænke mig til at berøre de Jættegryder og Jættegrydelocaliteter, som forekom mig at være de mærkeligste. Paa en Fjældgrund, Fig. 5, bestaaende af tre lave, parallele Rygge af Gneis, ikke over 300 Skridt lang i Nord-Syd og ikke over 100 Skridt bred i Øst-Vest, strax nedenfor Gaarden Lote i Odda, antagelig en 2000 Fod over Havet og en 2 Miil op fra Søen, talte jeg 30 — muligens var der flere — Udhulinger i Klippen, som man maatte kalde paabegyndte Anlæg til eller Rester af Jættegryder. Paa den nordre Ende af den midtre Gneisryg fandtes een heel Gryde, fyldt til en vis Høide med Vand, Gruus og Rullestene, men som tømt viste sig at have en Dybde af omtrent 3 Fod og en Diameter af omtrent 4 Fod. De fleste af disse ufuldstændige Jættegryder forekomme ikke ovenpaa, men i forskjellige Høider paa Siderne af bemeldte Gneisrygge. De ere ligesom trykkede ind eller ned i den skraa Fjældgrund, men mangle Ydersiden, tildeels ogsaa mere og mindre af Bunden. Det kan være tvivlsomt, om Grydernes mangelagtige Tilstand skriver sig derfra, at de ikke bleve fuldførte eller om de, efter at være blevne fuldt udarbeidede, ere blevne forstyrrede ved Afskuring af

Fig. 5.



Fjældet. Rimeligst forekommer det mig, at de ikke blev fuldførte, væsentlig fordi de optræde paa Klippens skraa Sider, hvor der skal meget udhulende Arbeide til, for at frembringe en Gryde, som ogsaa i ethvert Fald vil see ud som den var afskaaret paa Skraa: Grydernes Axe, hvorved jeg forstaar en ret Linie lodret paa Grydens Bund i dennes Midtpunkt, staar sjelden ganske vertikalt, men den synes som oftest at have en Mellemstilling mellem lodret mod Fjældsiden og lodret mod Horizonten. Den største Diameter, jeg fandt i disse Halvgryder eller Grydebrot, var 18 Fod. Paa en vertikal Klippevæg var udhulet en vertikaltstaaende Halvkylinder, Fig. 6, med 4 Fods Diameter og 20 Fod høi, der saa ud som et sprængt Hul efter et gigantisk Mineerbor.

Fig. 6.

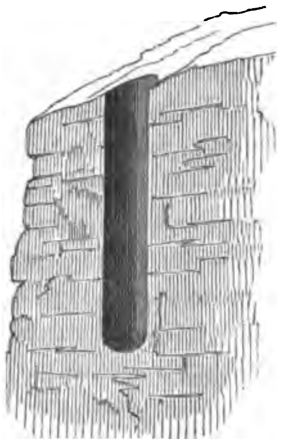


Fig. 7.

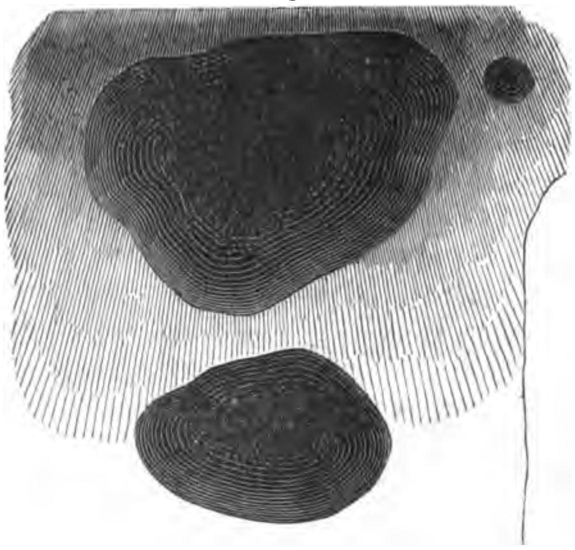
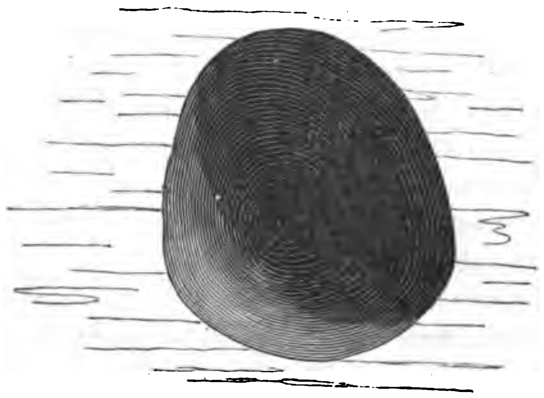


Fig. 8.



En Miil fra Søen op i Kinsedalen fandtes paa en 18° hældende Klippegrund af Gneis nær ved Elven Kinso, 4 Jættegryder i Rad, Fig. 7, blot nogle Skridt fra hinanden. Den øverste var liden, men fuldstændig, omtrent 1 Fod dyb og af 1½ Fods Diameter. Den næste var skraat afskaaret saaledes, at der fra Bunden til dens øvre og høieste Rand var 14½ Fod, og fra Bunden

til dens nedre og laveste Rand 11 Fod. I Øst-Vest var den 12½ Fod, i Syd-Nord 11 Fod bred.

Paa vestre Side af Indløbet til Fixeisund findes blandt flere jættegrydelignende Udhulinger i en vertikal Klippevæg, bestaaende af horizontale Glimmerskiferlag, en høist mærkelig Jættegryde omtrent 80 Fod over Søen; dens Axe er horizontal, dens Dybde — horizontalt ind i Klippevæggen — er 20 Fod, dens horizontale Brede er 60 Fod og dens vertikale Do. 70 Fod. Fig. 8 forestiller et Vertikalsnit af Gryden, lodret paa Axen. Det Materiale, ved Hjælp af hvilket Gryden udhuledes, førtes ikke rundt i et vertikalt, men i et horizontalt Plan. Klippen var tydeligt afskuret paa begge Sider af Gryden.

Fig. 9.

Paa den nordvestre Spids af Varaldsøren forekomme 5 mindre fuldkomne Jættegryder tet ved hinanden nogle Fod over Søen. Den ene af disse, Fig. 9, med en vertikal Axe, har en Diameter af 35 Fod; den var fuld af Vand, paa Bunden laa Gruus og runde Stene, som ikke hørte hjemme paa Stedet. Grydens ind mod Klippen vendte Rand løb op i en vertikal Halvkylinder 120 Fod høi.

Paa en lav, flad Klippehammer, Fig. 10, med brat Side mod Søen paa det østre Næs ved Indløbet til Ølversbugten forekomme deels ovenpaa Hammeren, deels paa den bratte Side mod Søen paa et indskrænket Rum 21 Jættegryder, alle med vertikale Axer. Gryderne ovenpaa Hammeren ere hele og fuldstændige, men smaa, den mindste 4½ Tomme dyb, med 4 Tommers Diameter. Gryderne paa Hammerens bratte Side mod Søen ere større og dybere. Den største er

Fig. 10.

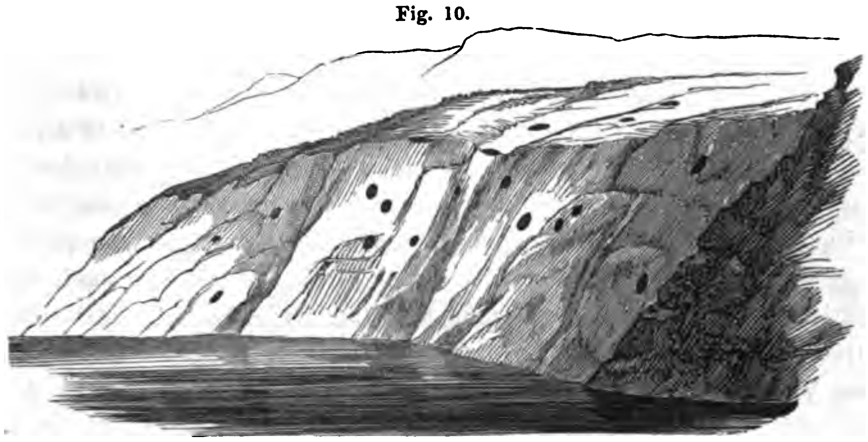


Fig. 11.

5 Fod dybt og 2 Fod i Diameter. Skillevæggen mellem to af disse Gryder, Fig. 11, er kun 3 Tommer tyk.

Med Hensyn til Furer og Striber i Klippefladerne kan man pege paa en Iisbræ og sige: Se der er Iismassen ifærd med at gjøre deres Analoga. Dette kan man ikke sige med Hensyn til Jættegryderne. Om man vil sige: gutta cavat lapidem sæpe cadendo, og give Anviisning paa Fossestupene som de Værksteder, hvor saadanne Gryder forferdiges, saa maa derved i Almin-

delighed gjøres følgende Bemærkninger: 1) Jættegrydernes Rand er for udpræget og deres Koncavitet for regelmæssig til at kunne være fremkomne ved Vandstyrt, hvor Vandstraalen ikke altid er lige tyk og vel yderlig sjelden kylinderformig. Den faldende Draabe er rund, men neppe Fossestupenes Vandstraaler. 2) Naar Vandstyrt skulde kunne udhule Klippen, saa maatte dette helst skee gjennem Opløsning, hvorfor man skulde vente, at Jættegrydernes hule Flade var mindre jævn og mere angrebet ved Forvittring end det almindeligviis er Tilfældet. Vistnok finder man bemeldte Flade forvittret iblandt, dog især den Deel af samme, som staar over Grydens Vandbeholdning, hvilket tyder paa, at Forvittringen er indtraadt efter at Gryden blev færdig. 3) Vandet kan ikke med synderlig Virkning bruge Sand, Gruus og Steen som Skurings- eller Udhulingsmiddel. Thi naar Vandet bevæger saadanne Materialier, saa rulle Sandkornene, Gruusbrokkene og Stenene, slide derfor ikke, allenfalds yderst ubetydeligt, paa Klippefladen, langs hvilken de føres.

Hvad specielt de ovenomhandlede Jættegryder angaar, saa forekomme de paa Localiteter, hvor der, deels i Mangel af Vand, deels i Mangel af Stup, deels i Mangel af begge Dele, ikke kan være Tale om Fossestup, saaledes som Landets Relief nu er beskaffen. Desuden er tildeels Koncaviteternes Form og Stilling aldeles uforenlig med den Forudsætning, at de skulde være udhulede af Vand. Klippemassen, hvori Gryderne sidde, leder heller ikke hen paa Tanken om at de ere fremkomne ved skaalformige Afløsninger. Og saaledes bliver man vel helst henviist til Iisstrømme som det Agens, der nærmest skulde have kunnet fremkalde Jættegryder, en Formodning, som imidlertid er lettere at fremsætte, end at bevise. Det vilde med Hensyn til dette Punkt være heldigt, om man var paa det Rene med Spørgsmaalet, om Jættegrydernes Forekomst er indskrænket til Egne, hvor Skuringsfænomenet viser sig, eller ikke. Thi dersom der ikke fandtes Jættegryder udenfor saadanne Egne, saa vilde deri ligge et Vink om, at de skyldte Iisstrømme deres Oprindelse.

Det lader sig tænke, at en Steen, der føres afsted under en Iisbræ, træffer paa en Fordybning i Fjældgrunden, hvor den bliver liggende igjen, medens Iisbræen skyder sig frem over den, virkende paa dens øvre Deel, i hvilket Fald Stenen synes at maatte komme til at dreie sig rundt omkring en horizontal Axe. Det lader sig ogsaa tænke, at Iisstrømmen træffer den i en saadan Fordybning tilbageliggende Steen med en Smule større Hurtighed paa den ene Side end paa den modsatte, i hvilket Fald det ikke synes umuligt, at den iforveien noget afrundede Steen kan komme til at dreie sig rundt omkring en vertikal Axe. Stenen, der dreies rundt og derunder opslides, er beskjeftiget med at danne en rundagtig Udhuling i Fjældgrunden, Arbeidet fortsættes af en følgende Steen, som ogsaa opslides, Udhulingen fyldes tildeels med Gruus og mindre Stene, en større Steen kommer efter og dreies rundt, idet den bruger Gruset og de mindre Stene som Udhulingsmiddel. Det er ogsaa tænkeligt, at en Steen, som ligger paa Kanten eller sidder i Siden af en Iisbræ og slæbes langs Dalsiden, i denne kan finde et Indsnit, hvor den bliver siddende igjen og begynder at dreie sig, medens Iisbræen skyder sig forbi, berørende dens ene Side. De i Klippevæggene udhulede, snart vertikalt, snart skraat staaende Halvkylindere synes helst at maatte være fremkomne paa denne Maade. Det er overhovedet ikke sagt, at naar en Iisbræ tørner med en afrundet Steen mod en Klippeflade med en Fordybning, hvor Stenen bliver liggende, saa træffer Resultanten af Isens Tryk paa Stenen altid

netop Berøringsfladen mellem Stenen og Klippen. I manglende Fald maa Stenen dreie sig. Det er heller ikke sagt, at Resultanten af Isens Tryk paa Stenen altid har samme Retning, hvorved Chancerne for en Dreining forøges. Det kan her bringes i Erindring, at Iis under stærkt Tryk gaar over til Vand, hvorfor det lader sig tænke, at en Iisbræ kan strømme fortvæk mod en Klippevæg uden at vige ud til Siderne. Sluttelig skal jeg udhæve den, som det forekommer mig, paafaldende Omstændighed, at man saa hyppig finder flere Jættegryder, samlede paa eet Sted. Skulde der kunne forekomme Bagævjer i en Iisstrøm?

Moræner og Terrasser.

Ved Udløbet af næsten enhver Elv i Hardangerfjorden og dens forskjellige Arme findes større og mindre Ophobninger af Sand og runde Stene fordetmeste med jævn og horizontal Overflade, hvilke løse Masser som oftest fortjene Navn af Moræner.

Foran den nordre, eller mod Søen vendte, Ende af det ¾ Miil lange Sandvevand ligger en Moræne, bestaaende af, tildeels uhyre store, Stene; den danner en, tvers over den trange og dybe Klippedal gaaende, Dæmning for bemeldte Vand, der er 388 Fod dybt, og hvis Overflade ligger 275 Fod over Fjordspeilet, medens dets Bund ligger 114 Fod under samme. Elven har sit Udløb fra Vandet paa den østre Ende af Morænen mellem denne og Dalens steile Klippeside. Umiddelbart til denne Moræne slutter sig 5 Sand- og Gruusterrasser med horizontale Overflader, eller man kan maaske rettere sige, at Morænen løber ud i en Sand- og Gruusvold med 5 horizontale Afsatser, der vende deres bratte Sider, deels mod Elven, men fornemmelig mod Fjorden.

Den	horizontale	Overflade	af 1ste	Terrasse	ligger	12 Fod	over	Havet
—	—	—	- 2den	—	—	43′	—	—
—	—	—	- 3die	—	—	80′	—	—
—	—	—	- 4de	—	—	94′	—	—
—	—	—	- 5te	—	—	293′	—	—

De mellemste Terrasser have kun liden, den 1ste og især den 5te derimod en ikke ubetydelig Horizontaludstrækning. Paa de sidstnævnte Terrasser ligge adskillige Bøndergaarde med Agre og Slaatteland; men Jordsmonnet er sandigt og skreent.

Ogsaa ved Udløbet af Elven Tysso i Sørfjorden forekommer en betydelig Anhobning af Gruus, Sand og runde Stene med horizontale Terrasser. En mindre Deel af denne Anhobning ligger paa nordre Side af Elven med tre Terrasser, hvorimod Størstedelen ligger paa Sydsiden med to saa udprægede Terrasser, som om de vare gjorte med Kunst, af hvilke den laveste ligger 115 Fod og den høieste 253[1] over Søen.

Ved Udløbet af Elven Opo ligger en Moræne, som løber ud i Sørfjorden fra Øst af med en Sand- og Gruusvold, der danner et Næs med 3 Terrasser, hvorpaa Præstegaarden Ullensvang ligger. Dette Næs er det eneste i sit Slags i Hardangerfjorden. De øvrige Næs bestaa enten udelukkende eller hovedsagelig af fast Klippe. Idetmindste er det fast Klippe, som udgjør deres Grundlag og Støtte.

[1] Disse Høider ere fundne ved Nivellement med Vandrør. I en Opsats: „Horizontale Banker af Sand, Gruus og Rullestene i det Indre af Bergensstift," i polyteknisk Tidsskrift, udgivet af den polytekniske Forening i Christiania 1854, har jeg omhandlet Banken ved Tysélvens Udløb, men Høiderne af Terrasserne ere der angivne omtrentlig og noget afvigende fra ovenanførte.

Ved Udløbet af Elven Kinso forekommer en Moræne, som løber ud mod Søen med 5, dog mindre udprægede Terasser, hvoraf

den 1ste ligger	18 Fod	over	Søen
— 2den —	71'	—	—
— 3die —	138'	—	—
— 4de —	205'	—	—
— 5te —	239'	—	—

Moræenen, der er bevoxet med Furuskov, danner en stor Furumo, og gjennem hvis søndre Deel Elven har skaaret sig i en dyb Rende, har lagt sig ved Sammenløbet af to Elve, nemlig Hovedelven Kinso, der kommer fra Sydøst og Bielven, Vivippo, der kommer fra Nordøst. Denne Moræne, der egentlig bestaar af to Do., udmærker sig ved flere stupbratte, rundagtige Indsynkninger, hvoraf den ene er omtrent 50 Fod dyb.

Imellem Søen og Øifjordvandet ligger tvers over Dalen ên stor Banke af løse Materialier: Sand, Gruus og runde Stene, gjennem hvilken Elven, muligens den største i Bergens Stift, har skaaret sig en dyb Rende. Banken — om den kan kaldes en Moræne, skal jeg ikke kunne sige — danner en Dæmning imellem Søen og Øifjordvandet, der er 231 Fod dybt, og hvis Overflade ligger 43 Fod over Søen, medens dets Bund ligger 188 Fod under samme. Banken optræder paa begge Sider af Elven med horizontal Overflade, men ikke med lige Høide. Paa den søndre Side af Elven naar den en Høide af 63 Fod over Søen, paa nordre 331 Fod og med det samme 288 over Øifjordvandet. Den paa den nordre Side af Elven liggende Banke eller Terrasse, hvori der skal findes Leer, har en ikke ubetydelig Horizontaludstrækning og ligner, hvad Jævnhed og Horizontalitet angaar, en Iisflade.

Mellem Pollen i Gravensfjord og Gravensvandet ligger en af Elven gjennemskaaret Moræne, som ender mod Fjorden med 4 Terrasser, hvoraf

den 1ste ligger	29 Fod	over	Søen
— 2den —	47'	—	—
— 3die —	98'	—	—
— 4de —	155'	—	— og 73 Fod over Gravensvandet, der er 276

Fod dybt, og hvis Overflade ligger 82 Fod over, medens dets Bund ligger 194 Fod under Søspeilet.

Ogsaa i Bondhuusdalen i Mouranger forekommer paa Elvens østre Side en, af Professor Forbes i hans „Norway and its glaciers“ omhandlet, Moræne, men hvis Høide jeg ikke har nivelleret. Ogsaa denne Moræne lod til engang i Tiden at have udgjort en Dæmning mellem Fjorden og et Vand, som imidlertid havde en meget større Udstrækning end det, der nu forefindes. Men Moræenen maa være bleven gjennembrudt, saa at Størstedelen af Vandet løb ud.

Ovenanførte Nivellements bleve foretagne, for at komme til Kundskab, om de paa forskjellige Localiteter optrædende Terasser i Antal eller Høide svarede til hinanden, hvilket sees ikke at være Tilfældet.

Sluttelig bemærkes, at der hist og her i forskjellige Høider paa Fjældsiderne langs Hardangerfjorden, men fornemmelig paa dens Strande findes mere og mindre afrundede Stene, der maa betragtes som spredte Reminiscentser af Sidemoræner. Man feiler ikke meget ved at antage, at saadanne Stene længer ud i Fjorden ere komne indenfra, hvilken Slutning utvivlsomt gjælder

for endeel Rullestene, som ligge paa den nordre Pynt af Varaldsøen, hvor de ganske vist ikke høre hjemme.

Det var mig paafaldende og turde være værdt at lægge Mærke til, at i alle de Dale, som munde i Hardangerfjorden med svag Hældning, forekomme Vande eller smaa Indsøer, som afspærres fra Fjorden ved Moræner eller terasseformige Sand- og Gruusvolde, og hvis Bund ligger betydeligt dybere end Fjordfladen, nemlig i Odda, Øifjord og Graven, hvortil muligens kan føies Vandet i Bondhuusdalen. Bunden i alle de øvrige fra Fjorden indskydende Dale stiger for rask til at den kunde blive Leiet for et Vand. At disse Vande engang — geologisk talt — for ikke saa lang Tid tilbage have udgjort Eet med de respective Fjordarme, maa ansees for en til Vished grændsende Sandsynlighed.

Ved sin horizontale og jævne Overflade bære de omhandlede Terasser Vidne om at være dannede under Vand, hvorfor Landet engang med Hensyn til Havet maa have ligget en god Mon lavere end nu. Den høieste af de berørte Terasser ligger jo i en Høide af 331 Fod over Havets nuværende Niveau. Da imidlertid Skuringsmærkerne stryge ind under Morænerne og Terasserne, og Fjældgrunden under disse saaledes maa være blevet skuret, og skuret førend disse lagde sig der, saa skulde det ved første Øiekast see ud, som om Landet, førend Terrasserne og Morænerne bleve til, stod en god Mon høiere, end medens de dannedes, med andre Ord: Det skulde see ud som om man, for at kunne forklare sig Skuringsmærkerne og de horizontale Terasser, maatte give Landet 3 forskjellige paa hinanden følgende Høidestillinger med tilsvarende Tidsafsnit, nemlig: 1) en høiere Stilling, i hvilken Fjældgrunden under Terasserne, samt Klipperne i det nuværende Flodmaal modtoge sine Skuringsmærker, 2) en lavere Stilling, i hvis Tidsafsnit de horizontale Terasser afsattes eller sammenhobedes under Vand, og 3) den nuværende Stilling, i hvilken Terasserne ligge paa det Tørre. Nærmere beseet, er dog denne Landets mindre tiltalende Vippen op og ned ikke nødvendig til de foreliggende Fænomeners Forklaring. Man slipper ud med blot en Hævning af Landet, i eet eller flere Sæt.

Som bemærket i det Foregaaende, forekom Skuringsmærker paa en Klippevæg, der danner Østsiden af den Dal, som munder i Fixeisund, omkring 1500 Fod over Dalens Bund. Iisbræen, som efterlod disse Mærker, maa saaledes have havt en Mægtighed af mindst 1500 Fod.[1] Naar Iisstrømme af saadan Mægtighed skjød sig ned i Søen, saa maatte de nødvendigviis naae et stort Dyb.

Om Mægtigheden af de Iisbræer, der skjød sig ned i Hardangerfjorden, og om det Dyb, som de naaede i samme, faar man endnu større Forestillinger, naar man erindrer, at den Iisstrøm, der gik ud af Sørfjorden efterlod sig Skuringsmærker i en Høide af omkring 1500 Fod over Søen, nemlig paa et Klipeparti, kaldet Galden, lige op fra Gaarden Sexe. Man regner jo, at $\frac{8}{9}$ af Volumet af et svømmende Iisberg ligger under Vandet. Hvor dybt et Iislegeme maa stikke i Vand, for at blive baaret af dette, eller for at $\frac{8}{9}$ af dets Volum skulle kunne komme under Vandet, beror naturligviis paa Legemets Form. Det kan i Forbindelse hermed erindres, at et Fjordleie bliver smalere og smalere, jo nærmere ned mod Bunden, hvorfor Vertikalsnittet af en Fjordiisbræ, ligesom af en Daliisbræ, altid maa have nogen Lighed med en Parabel, som vender Aabningen opad. Følgelig maa Iisbræer, som skyde sig ned i en Fjord, og en Iisbræ,

[1] I H. Rinks Beskrivelse over Grønland I Deel pag. 14 omhandles Iislag „maaske paa et Par tusinde Fods Tykkelse."

som trykkes ud igjennem en Fjord, stikke forholdsviis meget dybt, for at kunne blive baarne af eller flyde paa Vandet. Det kan ogsaa erindres, at det Parti af en Daliisbræ, som er skudt ned i Søen, maa stikke dybere, end det „kalvede“ eller fra samme løsnede Iisberg, som flyder paa Vandet. Thi den Opdrift, som skal til, for at kunne bryde Iisberget løst, maa være større end den, som behøves, for at bære det. Denne Slutning finder Medhold i hvad H. Rink bemærker i sin Grønlandsbeskrivelse, 1 Deel Pag. 17, nemlig, „at Iisfjældene, som endnu ligge nær foran den faste Landiis, fra hvilken de hidrøre, rage høiere frem af Havet, end sammes yderste Rand.“ Pag. 16 i samme Værk omhandles Iisberg, som rage indtil 200 Fod over Havet, og som, bragte op paa det Tørre, vilde vise en Mægtighed af over 1000 Fod. I September 1822 saa Couthouy[1] et Iisberg paa den østlige Rand af Newfoundlandsbanken staaende paa Grund paa 120—130 Favnes Dyb.

Efter det saaledes Anførte vil man vist med fuld Føie kunne antage, at om Landet endog laa saa lavt paa den Tid, de omhandlede Iisbræer skjød sig ned i Hardangerfjorden, at Havet stod en god Mon høiere, end ovenbeskrevne Terasser, hvoraf den høieste ligger 331 Fod over Havets nuværende Niveau, saa stak Iisbræerne saa dybt i Søen, at de skurede, gjorde Furer og Striber paa Fjældgrunden, hvorpaa Terasserne senere have lagt sig. Man behøver saaledes ikke, at lade Landet vippe op og ned, for at forklare sig Tilblivelsen af bemeldte Skuringsmærker og Terasser.

Efter hvad der ovenfor er bleven anført, navnlig om Høidebeliggenheden af de Mærker, som den Iisbræ, der gik ud af Hardangerfjorden, har efterladt sig, hvilken Beliggenhed lader formode en uhyre Mægtighed hos Iisbræen, kan der endog være Spørgsmaal, om den ikke skrabede lige ned paa Fjordens Bund, hvoraf man maaskee kunde forklare sig at Fjorden, sammenholdt med Nordsøen, har en saa betydelig Dybde, uagtet man skulde have ventet, at dens Leie var blevet fyldt med Detritus, som Iisbræerne og Vandstrømmene under samme udentvivl førte med sig i stor Mængde.

Ovenbeskrevne Terasser, hvoraf de fleste slutte sig umiddelbart til Moræner, kunne ikke være dannede, medens endnu en Iisbræ af nogen Mægtighed skjød sig ud af Hardangerfjorden; thi en dybtgaaende Iisstrøm maatte forhindre dette. Det er heller ikke sandsynligt, at de dannedes efter at Daliisbræerne havde trukket sig langt tilbage fra Søen; thi da maatte de ovenfor Terasserne liggende Vande være blevne fyldte med Detritus: Slam, Sand, Gruus og Steen. Det Sandsynlige er derfor, at Terasserne dannedes paa den Tid, da Daliisbræerne endnu naaede ned til den nederste Ende af bemelte Vande og saaledes endnu optog disses Bækken.

Hvad Iisbræernes Tilbagetog op igjennem Dalene angaar, saa lader det sig slutte, at dette foregik i forholdsviis kort Tid. Thi ellers maatte man støde paa Moræne efter Moræne op igjennem Dalene, hvilket man ikke gjør, navnlig ikke i Folgefonnens Gletscherdale.

[1] The american journal of sc. and arts. Vol. 43. p. 154 fg.

Traces d'une époque glaciaire dans les environs du fjord (golfe) de Hardanger.

Observations préliminaires.

A l'exception de l'espace compris entre Gjermundshavn et Fixeisund, la partie du fjord de Hardanger représentée sur la carte ci-jointe est entourée de roches élevées, escarpées, qui présentent fréquemment à la mer des parois à pic. Le fjord se divise en beaucoup de branches: Mourangerfjord, Fixeisund, Gravensfjord, Ulvigfjord et Osafjord, Øifjord et Sørfjord. Le cadre de terre ou plutôt de roches, composées principalement de schistes cristallins, qui entoure le fjord et ses branches, se prolonge en général en pentes rapides, souvent en précipices, sous le niveau de l'eau. Lorsque, pendant l'hiver, où la mer est transparente, le bateau longe, par un beau temps, les rives du fjord de Hardanger, on éprouve des vertiges en sondant de l'oeil les précipices sous-marins qu'on y découvre. Ce n'est que dans des endroits très rares, ordinairement de l'un ou de l'autre côté de l'embouchure d'une rivière, que le rivage forme des estuaires, c'est-à-dire s'étend sous l'eau avec une faible pente qui pourtant, à une certaine distance de terre, se transforme en précipice.

La partie intérieure du fjord de Hardanger et de ses branches est généralement exempte de récifs immergés et de bas-fonds. Il est également très rare d'y rencontrer une île, un îlot ou un écueil qui dépasse le niveau de l'eau. On peut donc conclure avec quelque probabilité que le lit du fjord est assez égal. La profondeur du fjord a été peu examinée. Sur deux points du Sørfjord, distants de 3 kilomètres environ l'un de l'autre et situés au milieu du fjord, j'ai trouvé 1200 pieds de profondeur. A 4500 kilomètres environ au nord-ouest du bout septentrional de l'île de Varaldsø je n'ai pas atteint le fond avec une ligne de 1800 pieds. Aussi les pêcheurs à la ligne prétendent-ils que sur ce point le fjord est sans fond, c'est-à-dire, sans hyperbole, excessivement profond. Ces expériences de sondage, les dires des pêcheurs, les rivages escarpés et enfin l'absence d'îles, d'îlots, d'écueils et de bas-fonds font conclure qu'en général la profondeur du fjord est considérable. Il est probable qu'il en est de même pour la plupart des fjords qui de l'ouest pénètrent entre les rochers de la Norvège. Et lorsque, d'une part, on voit les vallées que les eaux courantes, et vraisemblablement dans leur temps les glaciers, ont travaillé à creuser et d'où des masses immenses de maté-

riaux pierreux ont dû descendre dans les fjords, et que, d'autre part, on considère le peu de profondeur de la Mer du Nord, c'est un fait étrange que la profondeur de ces fjords.

Du fond des branches du fjord de Hardanger s'étendent, en général dans leur direction même, des vallées profondes et étroites qui pénètrent dans les masses rocheuses. En se ramifiant ces vallées envoient, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, des prolongements qui diminuent de profondeur en pénétrant entre les rochers ou les croupes du pays haut. Des baies du fjord pénètrent également dans les masses rocheuses des vallées, quoiqu'ordinairement moins caractéristiques: une de ces vallées s'étend au nord-ouest de la baie de Strandebarm; à l'ouest de Kvamma ou de Vikörsbugten il y en a une autre, Steensdalen, qui présente une chute d'eau, sous laquelle on peut rester tranquillement assis sans crainte de se mouiller. Des baies plus ou moins grandes du fjord sortent encore les vallées suivantes: Johndal, Kinsedal et Tyssedal; dans cette dernière la rivière de Tysso parcourt sur un assez long espace la montagne qui forme un pont naturel couronné de sapins. En Tyssedal, à 9000 kilomètres de la mer, au printemps surtout, pendant que la fonte des neiges continue encore dans les hautes montagnes et que par conséquent la masse d'eau de Tysso est encore considérable, il se présente au lac de Ringadalsvatne, où il y a un bateau, la plus belle occasion de contempler les chutes d'eau les plus pittoresques qu'on puisse s'imaginer, c'est à dire Tyssestrængene et Ringadalsfossen.

Les promontoires qui s'avancent dans le fjord de Hardanger ne sont pas des langues de terre plates et basses, mais les extrémités obtuses de croupes de montagnes qui descendent dans les vallées.

Toutes les vallées servent naturellement à faire écouler les eaux qui tombent si abondamment dans cette partie du pays. Ainsi chaque vallée est parcourue par une rivière infatigable, écumante et bourdonnante, avec une multitude de rapides, de précipices, de chaudières et de pluies d'eau jaillissant le long des parois de la vallée. Du reste il ne manque pas d'exemples de ce que les rivières et les ruisseaux se jettent par-dessus le sommet des montagnes, comme débordaient-ils un vase trop rempli. Les parois des montagnes étant assez souvent à pic ou même surplombantes et leurs sommets ordinairement enveloppés de brouillards, ces courants d'eau descendent des nuages comme des faisceaux de fils blancs, flottant çà et là au gré du vent qui les fait même parfois remonter verticalement. On a souvent l'occasion de voir s'engager un combat entre la tempête et ces „ruisseaux suspendus“: pour peu que la tempête se ralentisse, les ruisseaux parcourent l'air en descendant; mais aussitôt la tempête reprenant sa force arrête les gerbes d'eau et la victoire est indécise; les eaux n'avancent ni ne reculent; mais alors le sac d'eau suspendu dans l'air prend trop de poids et commence à descendre, ou une langue d'eau s'élance du sommet et transperce pour ainsi dire la tempête; on dirait que le ruisseau va l'emporter, lorsque la tempête s'armant de fureur coupe court à la lutte, fait remonter les eaux et donne à la montagne l'aspect d'un front à cheveux rebroussés. Cette lutte peut se prolonger pendant des heures entières. Toutefois la rivière n'en dessèche pas; car une grande partie de l'eau se trouvant jetée contre la paroi de la montagne descend en ruisselant en filets minces et épars.

Traces du burinage.

J'ai trouvé les traces du burinage: 1°) sur le haut plateau à l'est et au sud-est du Sørfjord; 2°) dans les vallées qui prennent la direction de la mer; 3°) sur les parois des montagnes le long du golfe et de ses branches, et 4°) sur quelques îles qui se trouvent dans le fjord. Sur la carte une flèche simple indique l'apparition distincte des traces et la direction du burinage; deux flèches parallèles, suivant la même

direction, marquent un grand développement des traces du burinage, et deux flèches parallèles, suivant des directions opposées, font voir que les traces sont bien distinctes, mais qu'il est douteux dans laquelle des deux directions le burinage a eu lieu, ou qu'il s'est dirigé tantôt dans l'un tantôt dans l'autre des deux sens.

1°) *Traces du burinage sur le haut plateau mentionné plus haut.* L'altitude moyenne de ce haut plateau inégal, coupé et sillonné dans plussieurs sens par des vallées, peut être évaluée à 4000 pieds environ au-dessus du niveau de la mer; ça et là une croupe ou un sommet peuvent atteindre 4,500 pieds et même les dépasser un peu. Pendant une courte excursion dont le but principal était d'étudier les deux névés: Træsfon et Solfon, j'eus l'occasion de remarquer que les traces du burinage de ce plateau étaient moins fréquentes ou ne présentaient pas le même caractère d'ubiquité que dans les parties plus basses du pays où d'ailleurs elles sont plus caractéristiques. En même temps je dois faire observer qu'à chaque instant, et beaucoup plus souvent que dans le pays bas, j'y rencontrais des parties rocheuses qui avaient l'air de ruines écroulées, et des plateaux fortement détériorés, ce qui pourrait faire croire qu'en grande partie les traces du burinage y avaient été effacées. Pour expliquer l'apparition moins fréquente et moins caractéristique des traces sur ce plateau que sur les rivages du fjord de Hardanger, on pourrait peut-être supposer plussieurs raisons: d'abord que l'action du burinage y a été moins forte, puis, ce qui d'ailleurs est un fait, que souvent la roche y a été moins dure et par conséquent moins propre à conserver les marques laissées par le burinage, et enfin que les agents extérieurs de décomposition sont plus énergiques dans le pays haut que dans les régions basses. Or les roches des hauts plateaux sont plus exposées au froid et à l'humidité, que celles des parties moins élevées. La quantité d'acide carbonique que contient l'air augmente en raison de l'élevation, jusqu'à ce que celle-ci ait atteint un certain maximum. Il semble résulter de ce fait que l'humidité qui tombe sur les hauts plateaux renferme plus d'acide carbonique et provoque une décomposition plus forte que celle qui tombe sur les rochers du pays bas. Il semble aussi que la température du sol doive être soumise à des variations plus fortes, plus fréquentes et plus subites dans les hautes que dans les basses régions. Or, d'une part la température de l'air est plus basse, et de l'autre l'insolation doit être plus forte en proportion de l'élevation. L'intensité des rayons du soleil s'affalblit pendant leur passage à travers l'atmosphère, et ils ont moins de chemin à faire pour arriver au pays haut que pour pénétrer dans les contrées basses. Ainsi il semble tout naturel que plus la surface rocheuse est élevée, plus elle doit s'échauffer par les rayons du soleil et plus elle doit se refroidir pendant leur absence. Il est vrai que je ne me vois pas en état de soutenir cette conclusion par des observations exactes. Toutefois l'expérience a prouvé d'une manière incontestable que par un ciel couvert de nuages épais, offrant des ouvertures et des fentes bleues, où le soleil parait et disparait tour à tour, on ne sent jamais autant la différence de la présence ou de l'absence du soleil dans le pays bas que sur les hauts plateaux. Mais, si les plateaux les plus élevés sont exposés à des alternatives de température plus fortes et plus fréquentes, ils sont par cela même plus exposés à la détérioration.[1] Or, plus la température est variable, plus les particules de la surface doivent alternativement s'élargir et se rétrécir, et plus elles doivent se détacher vite, surtout lorsqu'elles ne sont pas homogènes. Il faut cependant que je cite une observation qui indique une réduction de la chaleur que les parois des hautes mon-

[1] Les parois des montagnes qui reçoivent le soleil du midi étant plus échauffées que les autres, tandis que leur température pendant la nuit doit être à peu près la même que celle des dernières, il semble que la détérioration provoquée dans l'hémisphère septentrional par les variations journalières de la température doive d'abord se faire voir sur les parois des montagnes donnant sur le sud et le sud-ouest.

tagnes reçoivent du soleil. En observant le thermomètre au haut d'un sommet on trouve que la température baisse au moindre souffle de vent. Or, si l'air est plus agité sur les hautes montagnes que dans les contrées basses, il doit s'y opposer davantage à l'échauffement du sol. Il se pourrait cependant que les circonstances mentionnées contribuent à rendre les traces du burinage moins fréquentes et moins sensibles dans le haut que dans le bas pays.

Sur le plateau dont il est question, j'ai trouvé deux espèces de stries, dont les unes suivaient la direction des vallées et les autres s'en écartaient. Au fond les premières de ces stries sont sans doute de même espèce et de même origine que celles traitées plus bas à la lettre b. Des lieux ou j'ai trouvé les stries de la seconde espèce, je puis citer Sneisagavlen et Krokane, situés sur le plateau, le premier à 3000 jusqu'à 6000 kilomètres, le second à 9000 kilomètres environ à l'est de la propriété Sexe en Sørfjord, tous les deux à 4000 pieds environ au-dessus du niveau de la mer. Dans les deux endroits les stries suivent la direction du sud-ouest au nord-ouest; dans le premier elles montent transversalement sur une surface rocheuse qui plonge au nord-ouest. Il est vrai que les stries suivaient l'inclinaison générale du terrain; mais celui-ci est très coupé et son inclinaison faible. J'ai trouvé des stries semblables à Rossaskor à 4000 pieds environ, et au haut de Reppalurane à 4,500 pieds environ au-dessus du niveau de la mer. Cette dernière localité est située à l'extrémité sud-est du névé Træsfon. Sur ces deux points les stries se dirigent du sud au nord; dans le dernier endroit ils montent transversalement sur une surface qui plonge au sud-est, bien qu'immédiatement à l'est une vallée commence à descendre dans la direction de l'est. A Reppalurane les stries se montrent tout près des protubérances les plus élevées qui se trouvent sur une grande étendue, sans en sortir, sans en descendre. En voyant ces localités on a de la peine à se rendre compte de la naissance de ces stries.

b) Traces du burinage dans les vallées qui decendent vers la mer. Dans toutes les vallées qui débouchent dans le fjord de Hardanger, et dans les vallées secondaires de celles-ci, la roche porte des marques du burinage, si ce n'est aux endroits où elle est plus détériorée et où l'on peut conclure qu'elle a été découverte, par exemple par un éboulement postérieur au burinage. Les traces du burinage sont de plusieurs espèces: comme l'aplanissement des parois des vallées et l'arrondissement des parties rocheuses en grand, ce qu'on pourrait appeler une espèce de rabotage grossier. La surface est moutonnée, surtout dans le voisinage du fond de la vallée. C'est là la trace ordinaire laissée par le burinage. Viennent ensuite de gros sillons qui sur des espaces plus ou moins étendus présentent la forme de la face concave d'un demi-cylindre. Enfin je dois mentionner l'aplatissement jusqu'au polissage avec ou sans stries fines, parallèles. En général les traces du burinage apparaissent le plus distinctement sur les parois des vallées et sur les surfaces rocheuses tournées en haut, qui forment des angles avec la direction de la vallée supérieure ou qui s'y opposent. Les stries du burinage suivent la direction des vallées, mais moins exactement et moins facilement que les rivières. Lorsque la vallée a la forme de la figure 1, c'est du côté intérieur des langues A et B que la roche se montre le plus fortement et le plus fréquemment attaquée par le burinage. Et pendant que la rivière prend le cours indiqué par les flèches a et b, les stries, ainsi que le font voir les flèches a' et b', envahissent les langues A et B et passent de leur côté intérieur, lorsqu'elles ne sont pas trop élevées et trop escarpées.

Là où une vallée adjacente B débouche dans une vallée principale A, fig. 2, la roche se montre le plus fortement et le plus fréquemment envahie par le burinage du côté inférieur de la vallée adjacente,

à C, d'où il attaque le flanc de la vallée principale, phénomène dont on peut clairement se rendre compte au point où la vallée de Buersdal débouche dans celle d'Oddadal.

Lorsqu'une vallée B débouche dans le fjord A, fig. 3, c'est la partie extérieure de la vallée, à C, qui porte les traces les plus fortes et les plus fréquentes du burinage, et les sillons, les stries suivent la direction indiquée par la flèche. On peut citer le débouché de la vallée de Tyssedal dans le Sørfjord comme un point où ce phénomène s'est bien distinctement produit.

Quant à la multiplicité et la fraîcheur proportionnelles des traces sur les parois de ces vallées à différentes distances du fond, il n'est pas facile de se prononcer, ces parois étant d'ordinaire, surtout à une grande élevation, tellement escarpées qu'elles sont inaccessibles. Sur la paroi d'un rocher à l'est de la vallée qui débouche à Fixeisund, j'ai vu les traces du burinage, surtout des sillons, à une hauteur que je dois évaluer à 1500 pieds au-dessus du fond de la vallée. A juger à distance de l'aspect des parois des rochers, le phénomène du burinage est moins fréquent et plus faible à mesure qu'on s'élève au-dessus du fond de la vallée.

c) *Traces du burinage sur les parois des roches le long du fjord et de ses bras.* Quant aux parois des montagnes qui enserrent le fjord de Hardanger et ses branches, elles portent, nommément le long du rivage et à de petites hauteurs, les mêmes traces du burinage que celles des vallées, si ce n'est qu'elles sautent davantage aux yeux. Quand de l'intérieur on suit un fjord du regard, les surfaces des rochers des deux côtés paraissent déjà de loin aplanies et arrondies en grand, et à mesure qu'on s'en approche, on trouve que les stries et les sillons, si non le polissage, sont très communs. Le long des rivages les traces du burinage sont si fréquentes qu'au lieu de les chercher on serait tenté de se demander où elles ne se trouvent pas. Elles apparaissent principalement du côté intérieur des langues proéminentes, et lorsque celles-ci ne sont ni trop élevées ni trop rapides à l'intérieur, les sillons et les stries montent de l'eau et les franchissent. D'un autre côté, les traces du burinage s'affaiblissent ou disparaissent même complètement du côté extérieur des promontoires, surtout lorsqu'ils sont très raides. Comme l'indiquent les flèches de la carte, les sillons et les stries suivent toujours le cours du fjord dans la direction de la mer. Ainsi dans le Sørfjord ils se dirigent vers le nord-nord-est, dans l'Øifjord vers l'ouest et le sud-ouest, dans les Ulvigsfjord et Osafjord vers le sud et le sud-sud-ouest, vers le nord-ouest devant Utne et Eikenæs, dans le Gravensfjord vers le sud-ouest, à Fixeisund vers le sud-est et dans le Mourangerfjord vers le sud-ouest. Dans les Sørfjord, Øifjord et Mourangerfjord, qui s'approchent le plus du haut plateau, le phénomène du burinage se trouve le plus développé; il l'est moins à Ulvig, Graven et Fixeisund. Je suis très disposé à croire, sans oser l'affirmer, qu'en général le phénomène du burinage est plus rare et que les traces en sont moins fraîches, plus on s'approche de la mer.

Il est difficile de fixer la hauteur à laquelle a atteint le burinage qui s'étend le long du fjord sur les parois des rochers. Car d'abord, à une certaine élevation, ces rochers sont de vrais précipices dont aucune créature sans ailes ne saurait s'approcher, puis leurs surfaces actuelles sont sans doute d'une date postérieure à l'époque du burinage. Or, ils ont été formé par la chute ou l'éboulement des montagnes, ce dont rendent témoignage les éboulis fréquents et considérables de blocs à arêtes qu'on recontre plus bas. Toutefois on peut juger que l'action du burinage s'est élevée à une hauteur de 1500 pieds au-dessus des roches appelées Galden, depuis la propriété Sexe dans le Sørfjord. A l'est du détroit de Lugsund, qui réunit le fjord de Hardanger au Bjørnefjord, on voyait des sillons se dirigeant au nord et parallèles au détroit à une élevation de 300 pieds environ au-dessus du niveau de la mer.

d) *Traces du burinage sur les îles.* Parmi les îles qui portent les traces du burinage nous devons faire ressortir celles de Kvamsø, Varaldsø, Kalvø et Skorpen. L'île de Kvamsø s'élève à 50 pieds au-dessus de la mer, mais les sillons et les stries la traversent du nord au sud. La pointe septentrionale de l'île de Varaldsø et la partie nord-ouest, depuis la dite pointe jusqu'à Fluedal, sont fortement envahies par le burinage du nord ou du nord-nord-est. Les sillons et les stries sortant de la mer à la pointe septentrionale s'élèvent transversalement à une grande hauteur sur les surfaces des rochers qui s'inclinent verd le nord-ouest. D'un autre côté le phénomène du burinage n'apparaît que faiblement du côté nord-est de l'île, c'est-à-dire entre la pointe septentrionale et la propriété Haukanæs, mais sur ce dernier point il se présente très distinctement. Du côté oriental de l'île depuis Haukanæs j'ai vu les traces du burinage s'élever jusqu'à 50 pieds environ du sommet de l'île, qui, selon moi, est à 1345 pieds au-dessus du niveau de la mer. Il n'est pas invraisemblable que le burinage ait passé jusqu'au sommet de l'île ou qu'il l'ait même franchie. L'île de Kalvø était fortement buriné, et du côté septentrional de l'île de Skorpen je vis des sillons parallèles au fjord, à une hauteur approximative de 300 pieds au-dessus de son niveau.

J'ai souvent eu l'occasion de remarquer que, dans certains endroits, les sillons et les stries du burinage descendent dans le fjord et que, sur d'autres points, ils en montent. Mais je ne sais pas à quelle profondeur ils descendent, le fjord de Hardanger étant, surtout dans ses parties intérieures, très trouble pendant l'été, saison où j'y ai étudié le phénomène du burinage.[1]

A juger de ce phénomène du burinage, il faut que dans le temps les montagnes qui encadrent le fjord de Hardanger et le plateau à l'est aient été couverts d'un immense névé d'où de puissants glaciers ont descendu à travers toutes les vallées qui se dirigent vers le fjord de Hardanger et ses branches. Les glaciers provenant des différents bras du fjord se sont de nouveau réunis pour former un courant glaciaire général qui, en recevant successivement des glaciers tributaires des vallées voisines, a traversé le fjord jusqu'à la mer. Ainsi un glacier a traversé la vallée principale d'Odda et en a reçu un autre venant de Buersdal; puis les deux réunis se sont avancés dans le fjord où le glacier de Tyssedal est venu se joindre aux deux autres. Tous les trois ont poursuivi leur route dans le Sørfjord en recevant successivement de petits glaciers tantôt d'un côté tantôt de l'autre. Un autre courant glaciaire formé de la même manière sortant d'Øifjord et d'Ulvig a rencontré le courant du Sørfjord dans le fjord appelé Ulgunæsfjord, où le courant glaciaire de Kinsedal s'est également dirigé. Ces trois courants glaciaires convergents réunis ont continué

[1] Ce défaut de transparence provient naturellement en partie de ce qu'en été l'eau de mer est plus mélangée de limon qu'en hiver. Mais la substance opaque ne semble ni exclusivement ni principalement composée de limon minéral. Lorsqu'au printemps je me suis livré à la pêche, j'ai souvent regardé attentivement dans l'eau pour chercher le poisson au fond; il est arrivé alors que l'eau est restée tout à fait transparente pendant longtemps, mais tout à coup il s'est formé des sillons sinueux tantôt larges tantôt étroits d'eau moins transparente, de couleur vert-sale, qui ont pour ainsi dire couvert de nuages le fond tantôt si clair. Dans ces sillons il est impossible de découvrir des particules séparées: mais on dirait que l'eau a été mélangée d'un liquide partie muqueux partie huileux. A l'apparition de ce phénomène les paysans de Hardanger disent que „la croissance" est arrivée, ce qui veut dire que les plantes marines ont commencé à pousser. Cette façon de parler serait-elle l'expression d'une vérité devinée par l'instinct populaire? Serait-ce la sève sécrétée par des plantes marines ou amenée par les eaux courantes, qui commence à obscurcir la mer à l'approche des chaleurs de l'été? Cette opacité serait-elle produite par une vie organique qui sommeille pendant l'hiver et se réveille au printemps? Il faut que je mentionne en même temps un autre phénomène marin, fréquent et généralement connu, mais qu'aucun naturaliste, que je sache, ait étudié. Surtout pendant l'été lorsque le temps est calme, à l'approche ou au milieu de la pluie, la surface de l'eau est remplie de taches et sillons sinueux, irréguliers, plus sombres et pour ainsi dire plus polis que le reste de la surface. Le phénomène, qui se voit le mieux d'un point élevé, présente une ressemblance frappante avec un miroir couvert par la respiration d'un léger voile d'humidité dont on a effacé quelques sillons et taches.

à traverser le fjord entre Tronæs et Eikenæs, ensuite ils ont reçu le courant glaciaire du Gravensfjord etc. Ce courant glaciaire formé à l'intérieur a heurté l'île de Varaldsø, et bien qu'à une certaine époque il ait très vraisemblablement passé par-dessus cette île, sa partie inférieure s'est fendue contre elle de façon qu'un de ses bras a pénétré rapidement à l'ouest de l'île par le détroit de Bondesund, tandis qu'un autre s'est avancé avec moins de vitesse à l'est par le Sildefjord. Que le bras occidental ait dû s'avancer avec plus de rapidité que le bras oriental, on peut s'en convaincre en considérant que le côté nord-ouest de l'île est fortement buriné, tandis que le côté nord-est ne présente que des traces faibles du burinage. Il y a plusieurs raisons qui pourraient expliquer cette différence de rapidité: 1°) le bras occidental suit davantage la direction du courant glaciaire à l'intérieur; 2°) la mer recevait peut-être à cette époque, comme à présent, un courant plus fort et plus continu par le détroit de Bondesund que par le Sildefjord; 3°) le glacier du Mourangerfjord arrêtait un peu le bras oriental du courant glaciaire arrivant de l'intérieur.

Le courant glaciaire qui traversait ainsi le fjord de Hardanger a naturellement atteint dans la mer la profondeur exigée par son élevation au-dessus du fjord et la pesanteur spécifique de la glace. Il est vraisemblable que cette profondeur a été très considérable.

Ces hypothèses d'anciens névés et glaciers, fondées sur le phénomène du burinage, ne peuvent pas, comme de raison, se restreindre à une seule contrée de petite étendue, d'abord parcequ'on ne peut pas se figurer le climat que fait supposer l'existence de ces névés et glaciers renfermé dans des limites étroites, puis parceque le phénomène du burinage a une très grande extension géographique. Nommément nous savons qu'il se présente pour ainsi dire partout sur la péninsule scandinave. Il faut donc qu'à une époque quelconque les régions hautes de la Scandinavie aient été enterrées sous un névé, d'où des courants glaciaires sont descendus sur le pays bas par toutes les vallées, en sortant par tous les fjords.

Quant à ces hypothèses ou à des hypothèses sur l'état d'un passé reculé, si différent de l'état actuel des contrées en question, il est naturel qu'on ne saurait guère leur donner de portée scientifique, si elles n'étaient pas appuyées par les expériences du présent, ou si cet état dont il est question était tout à fait sans exemple dans l'ordre actuel des choses. Mais on trouve ces expériences et ces exemples au Groënland. Lorsqu'on lit l'ouvrage paru en Danemark en 1857 „Description géographique et statistique du Groënland par H. Rink," l'incrustation du pays haut de la Scandinavie dans un névé universel devient aussitôt quelquechose de plus qu'une hardie pensée; c'est donc à juste titre qu'on peut dire que M. Rink a trouvé au Groënland la clef, à l'aide de laquelle nous pouvons expliquer le phénomène glaciaire de la Scandinavie.

Mais bien qu'à présent, parmi ceux qui se sont livrés à l'étude du phénomène glaciaire, il n'y ait sans doute pas beaucoup qui hésitent encore à croire que le pays haut de la Scandinavie a été anciennement enterrée sous un névé qui couvrait tout, composé au fond de glace et glissant de tous les côtés vers la mer en forme de glaciers, on ne saurait pourtant pas dire que ce mouvement soit parfaitement clair et compréhensible. L'explication du phénomène du burinage a encore ses difficultés, pour ne pas dire ses loci desperati, et c'est ce qu'on sent le mieux lorsque, dans les montagnes, dans les vallées et sur les fjords, les localités devant les yeux, on doit répondre à cette question: Comment le burinage a-t-il pu avoir lieu et comment les stries et les sillons ont-ils pu prendre cette direction sur ce point? Lorsqu'on rencontre des stries et des sillons, non rayonnants du dehors, mais montant transversalement sur les surfaces des rochers et passant tout près des protubérances les plus élevées dans l'intérieur des hautes régions, où le pays dans son ensemble, quoique hérissé d'élevations et de monticules et sillonné de vallées et de croupes de montagnes sans fin, apparaît tout autour et à perte de vue comme une plaine horizontale, et qu'on se pose cette

question: Comment les névés ou les glaciers ont-ils pu se mettre en mouvement ici? Ou lorsque du fond de la vallée profonde on voit les sillons et les stries grimper transversalement et à une grande élevation sur les parois de la vallée et qu'on se demande: D'où est venue cette vis a tergo assez puissante pour imprimer au courant glaciaire cette direction? Ou, pour revenir au fjord de Hardanger et à ses environs, lorsqu'on doit expliquer comment un courant glaciaire sorti d'un plateau élevé seulement de 4000 pieds peut se diriger à la mer par un fjord sinueux de beaucoup de milles, en se soulevant en route par-dessus les promontoires et les îles, le problème, vu de près ou du point de vue des localités, est tellement hérissé de difficultés qu'on serait presque disposé à deséspérer de sa solution et à recconnaître son impuissance intellectuelle. Mais, de même que lorsqu'on s'occupe de cette grande idée: toute la péninsule scandinave couverte d'un névé qui glisse de tous les côtés en forme de glaciers, on est porté à ne pas faire attention ou à ne pas attacher assez d'importance aux obstacles qui s'opposent à un tel mouvement, on se laisse sans doute égarer et on est peut-être trop enclin à agrandir les obstacles aux dépens des forces motrices, en examinant de points de vue plus locaux ou plus spéciaux la possibilité de ce mouvement.

Si l'on reconnaît la justesse de l'idée que j'ai exprimée dans le programme de l'Université, 2e semestre 1864, „Om Sneebræen Folgefon", c'est-à-dire que les glaciers glissent, principalement en raison de leur dégel à l'intérieur et à la base, on peut se figurer que les sillons et les stries montant transversalement sur les surfaces supérieures des promontoires A et B, fig. 1, qui s'opposent au passage d'un courant glaciaire qui traverse une vallée, ont pris naissance d'une des manières suivantes.

1) Lorsque le dégel attaque la base d'un glacier, il peut arriver des moments où de grandes parties ont tellement perdu leur assiette qu'elles tendent à glisser, tandis qu'une partie plus petite, ayant heurté la surface d'un rocher de petite étendue, s'oppose au mouvement. Dans ces moments les grandes parties exerceront une pression réunie, concentrée, sur la petite, et il se pourrait ainsi qu'elles pussent faire avancer celle-ci et même la faire monter, au-dessus d'elles-mêmes, sur la surface des rochers opposés. Ici l'action et la réaction ne s'opèrent pas comme dans les tuyaux communicants, où une colonne plus faible du fluide tient tête à une autre plus forte, lorsque la première se trouve au niveau de la seconde; mais ici la pesanteur totale ou partielle des grandes masses exerce son action, pendant que la pesanteur totale ou partielle de la petite masse s'y oppose, réagit, mais trop faiblement, de façon que cette dernière partie est obligée de se retirer sur la surface des rochers contre lesquels elle s'appuie. Cette action se base simplement sur le principe: l'union fait la force ou les petits ruisseaux font les grandes rivières. On peut dire aussi que c'est en quelque sorte une application du principe dynamique, d'après lequel un grand corps qui imprime son mouvement à un plus petit, chasse celui-ci avec une vitesse qui est en raison directe de la pesanteur du premier et en raison inverse de celle du dernier. Si, à présent, il y avait des pierres et du gravier entre les glaces qui reculent devant des forces supérieures et la surface des rochers sur lesquels elles montent, on trouve la raison des stries et des sillons ascendants. Il est tout naturel que l'engorgement du courant d'eau sous le glacier hâterait ce mouvement.

2) La puissance des glaciers est variable. Ainsi on peut se figurer qu'un glacier, fig. 4, qui presse la pierre *a* contre la surface rocheuse A, s'accroît et que, par suite de l'augmentation de la pression *a tergo* la partie qui rencontre la surface A se gonfle et fait faire à la pierre *a* un mouvement ascendant qui burine cette surface. On peut également se figurer que la pierre *a* eté poussée jusqu'à la pierre *b* située sur la surface de glace, tandis que la surface glaciaire B dégèle sans cesse tout en conservant le même niveau par suite d'un courant constant *a tergo*. En ce cas il se formerait à la paroi A une moraine venant d'en bas.

Voici comment j'ai cherché à m'expliquer le fait du passage à travers le fjord de Hardanger d'un courant glaciaire et surtout comment il a pu traverser les promontoires et les îles en les burinant.

Le courant glaciaire a monté sur les parois des rochers jusqu'à une grande élévation au-dessus du niveau actuel de la mer, en s'y enfonçant en même temps jusqu'à une grande profondeur, peut-être jusqu'au fond du lit du fjord, toutefois non de manière à en exclure la mer. Le courant glaciaire se trouvait donc dans la mer, à l'exception de la partie supérieure. Sur ce glacier du fjord ou ce corps glaciaire reposant dans la mer, se pressaient les glaciers des vallées reposant sur une base inclinée, de façon que, sauf la réduction nécessaire, une pression réunie se transmettait de ces derniers à travers le corps glaciaire en prenant la direction de la mer, ou en d'autres termes: chacun des glaciers des vallées poussait le glacier du fjord avec une partie de son poids. Ainsi, dans certains moments, de grandes parties du glacier du fjord étaient tellement détachées de la base et des côtés qu'elles étaient disposées à obéir à la pression du dedans, pendant que tantôt quelque promontoire tantôt une île y opposaient une surface proportionellement limitée en formant un angle oblique avec la direction du courant glaciaire. La large pression, c'est à dire la pression du dedans que ces parties éprouvaient sur une surface étendue, fut donc concentrée au dehors contre une surface de résistance limitée et il est par conséquent probable qu'elles ont monté obliquement sur elle et l'ont franchie toutes les fois qu'elles ne pouvaient pas faire un écart de côté. En même temps il faut remarquer que la différence entre la mer pleine et la basse mer s'élève en général à 4 pieds dans le fjord de Hardanger, que la mer peut être très pleine au milieu de tempêtes prolongées d'ouest et de sud-ouest et très basse pendant des vents d'est continuels. Lorsque donc la mer était très haute, elle devait, si non élever, au moins soulever quelque peu le corps glaciaire dans le fjord de Hardanger, de façon qu'il se laissait plus facilement pousser dehors pendant le flux. Et lorsqu'arrivait la basse marée, le courant qui se dirigeait vers la mer, saisissant le corps glaciaire par une infinité de points et de surfaces, l'entraîna avec lui en joignant ainsi ses efforts à la pression des glaciers des vallées pour le faire sortir du fjord. On sait que la glace poussée par le courant peut agir avec une grande force. Une surface de glace peut suivre le courant avec un mouvement presqu'imperceptible, mais, si sur son passage elle effleure ou heurte une langue de terre, elle s'élève sur elle avec un grand fracas jusqu'à une grande hauteur. Ce fait provient de ce que le courant agit sur une grande surface de la glace, tandis que la langue de terre n'oppose sa résistance que sur un nombre de points proportionellement petit. Par la même raison des glaçons peu épais peuvent enlever des quais et des ponts et transporter des pierres immenses qu'ils rencontrent sur les rivages de la mer et des rivières.

Quant aux traces du burinage que je rencontrais sur le plateau à l'est du Sørfjord, savoir deux espèces de stries et de sillons, les uns suivant la direction des vallées, les autres indépendants de celles-ci, ce phénomène est difficile à expliquer à cause de la grande étendue du plateau, de son inégalité dans les détails et de son horizontalité ou son rapprochement de l'horizontalité en grand. Il est difficile de se figurer qu'un glacier ou un névé ait pu glisser sur une pareille base. Il n'est pas non plus facile de dire d'où peuvent venir les matériaux pierreux qui ont servi à former les stries qui ne montent pas d'en bas, mais qui s'élèvent transversalement vers le haut et passent tout près des protubérances les plus élevées du plateau, tandis que plus bas les stries suivent le cours des vallées. Pour essayer de se rendre quelque compte de l'origine des traces du burinage sur ce plateau de rochers ou sur le pays haut de la Scandinavie en général, tel que se présente actuellement le relief du pays, il faudrait admettre la supposition que

l'horizontalité en grand n'est qu'apparente et qu'à certaines localités près, le terrain a une inclinaison générale d'un côté ou de l'autre; puis il faudrait faire le raisonnement que voici.

La température d'un névé de quelque puissance doit s'élever à zéro ou à peu près. Les raisons qui me font faire cette conclusion se trouvent développées dans le programme déjà mentionné sur le Folgefon. Lorsque le névé atteint une certaine épaisseur, la pression en transforme la couche inférieure en glace, et lorsque cette pression augmente, la glace se transforme en eau. Si donc un névé et glacier assez puissant repose sur un terrain inégal en détail, mais ayant en grand une inclinaison générale, l'eau en cherche les enfoncements et forme des cours d'eau qui, à travers des sillons et des vallées, se fraient un chemin jusqu'aux contrées basses et à la mer. En raison des obstacles nombreux qu'ils rencontrent, ces cours d'eau n'atteignent pas une vitesse égale à la force motrice; leur température s'élève donc un peu et pendant leur parcours ils font fondre la glace de la base. Cette circonstance dispose le fond du glacier à glisser vers les vallées du terrain et à les suivre. On est fondé à croire que ce glissement a pu produire les traces qui suivent la direction des vallées dans le pays haut. Mais de même qu'à la surface d'une rivière qui coule lentement, les particules d'eau prennent un chemin plus droit et moins sinueux que celles qui suivent le fond de la rivière et recontrent souvent des obstacles, de même il est vraisemblable que le mouvement des points élevés d'un glacier est en quelque sorte indépendant des courants partiels et locaux du fond, ou qu'il suit l'inclinaison générale du terrain en proportion de l'élevation du point. Lorsque donc dans son mouvement ce point touche ou effleure les protéburances supérieures et même les plus élevées de la base, il est naturel qu'en cas de présence des matériaux du burinage ces protubérances reçoivent des stries et des sillons qui ne se dirigent pas dans le même sens que les vallées. Toutefois, à l'égard des sommets les plus élevés, il est impossible que les matériaux du burinage y aient été transportés d'ailleurs, mais la glace a dû les enlever de la surface même des rochers qu'ils ont burinés.

La manière la plus facile d'expliquer le phénomène du burinage dans les hautes régions de la Scandinavie, ce serait de supposer que le relief du pays a changé pendant son ascension, et qu'il a déjà été couvert d'un puissant névé et glacier au moment où seulement une partie dépassait le niveau de la mer et que ce névé et glacier s'est étendu à mesure de l'ascension du pays. En ce cas on pourrait toujours se figurer que le burinage s'est opéré tout près ou non loin de la mer et qu'il a successivement cessé suivant que, pendant l'ascension, les lieux se sont éloignés de la côte. Et lorsqu'on voit les traces du burinage gravir sur la surface d'un rocher sans pouvoir comprendre d'où est venue cette *vis a tergo* assez puissante pour imprimer à un glacier un pareil mouvement, on aurait la ressource de croire que le rocher et ses alentours n'ont pas occupé, à l'égard de l'horizon et des parties avoisinantes de la terre, leur position actuelle.

Chaudières de géants.

On ne trouve que rarement dans les environs du fjord de Hardanger des chaudières de géants entières ou achevées; mais j'y rencontrais si souvent des dépressions, des cavités dans le rocher, qu'on pouvait considérer comme des chaudières commencées, inachevées ou détruites, qu'il me semblait inutile de les noter toutes. Je trouve également inutile de mentionner ici toutes celles que j'ai notées. Je me bornerai donc à parler des chaudières et des localités qui m'ont paru les plus remarquables.

Sur un terrain rocheux, fig. 5, composé de trois croupes de gneiss, basses et parallèles, qui s'étendait de 300 pas au plus du nord au sud, et de 100 pas au plus de l'est à l'ouest, immédiatement au-dessus de la propriété Lote en Odda, à 2000 pieds environ au-dessus de la mer et à 6 lieues à peu près de la mer

j'ai compté 30 (peut-être y en avait-il davantage) cavités dans le rocher qu'on doit appeler le commencement ou le reste de chaudières. A l'extrémité septentrionale de la croupe du milieu il y avait une chaudière achevée remplie jusqu'à une certaine hauteur d'eau, de gravier et de cailloux roulés, mais qui, vide, avait une profondeur de 3 pieds et un diamètre de 4 pieds environ. La plupart de ces chaudières inachevées ne se trouvent pas sur le haut de ces croupes de gneiss, mais à différentes hauteurs sur leurs flancs. Elles sont pour ainsi dire enfoncées dans les rochers obliques, mais il leur manque la surface extérieure et une partie plus ou moins grande du fond. Il n'est pas facile de dire si l'état défectueux de ces chaudières provient de ce qu'elles n'ont pas été achevées ou de ce qu'elles ont été dérangées par le burinage de la montagne. Il me semble plus probable qu'elles n'ont pas été achevées, surtout parcequ'elles apparaissent sur les flancs obliques du rocher, où il faut de grands efforts pour en creuser. Toute chaudière formée ainsi aura toujours l'air d'avoir été coupée obliquement. L'axe, c'est à dire une ligne droite perpendiculaire au centre du fond, n'est presque jamais tout à fait vertical, mais il semble occuper une position intermédiaire entre la ligne perpendiculaire au flanc de la montagne et la ligne verticale. Le plus grand diamètre que j'ai trouvé dans ces demi-chaudières ou fragments, était de 18 pieds. Dans une paroi de rocher verticale était creusé un demi-cylindre vertical, fig. 6, de 4 pieds de diamètre et haut de 20 pieds, qui avait l'air d'un trou formé par un foret gigantesque.

En Kinsedal, à 3 lieues de la mer, j'ai trouvé près de la rivière de Kinso, sur un sol de gneiss avec une inclinaison de 18°, 4 chaudières de géants de suite, fig. 7, éloignées seulement de quelques pas les unes des autres. La supérieure était petite, mais complète, de 1 pied de profondeur environ et de 1½ pied de diamètre. La seconde était coupée obliquement; du fond à son bord supérieur il y avait 14½ pieds, et du fond à son bord inférieur 11 pieds. De l'est à l'ouest elle avait 12½ pieds, du sud au nord 11 pieds.

Du côté occidental de l'entrée du détroit de Fixeisund il y a, entre autres excavations qui ressemblent à ces chaudières, dans une paroi verticale composée de strates de micaschiste horizontales, une chaudière bien remarquable à 80 pieds environ au-dessus de la mer; son axe est horizontal, sa profondeur, horizontale dans le flanc du rocher, est de 20 pieds, sa largeur horizontale est de 60 et la largeur verticale de 70 pieds. La figure 8 représente une coupe verticale de la chaudière, perpendiculaire à l'axe. Les matériaux qui ont servi à creuser cette chaudière n'ont pas tourné dans un plan vertical mais horizontal. Le rocher portait des traces distinctes du burinage des deux côtés de la chaudière.

A la pointe nord-ouest de l'île de Varaldsø il existe 5 petites chaudières complètes, très rapprochées les unes des autres, à quelques pieds au-dessus de la mer. L'une de ces chaudières, fig. 9, à axe vertical, a un diamètre de 35 pieds; elle était remplie d'eau, au fond il y avait du gravier et des cailloux transportés d'ailleurs. Du côté du rocher son bord s'élevait en un demi-cylindre de 120 pieds de hauteur.

Sur une langue de rocher, longue et plate, fig. 10, escarpée du côté de la mer, sur le promontoire oriental à l'entrée de la baie d'Ölversbugt, il se trouve, partie sur le dos de cette langue, partie sur le côté escarpé contre la mer, sur un espace étroit, 21 chaudières de géants, toutes à axe vertical. Les chaudières du haut sont entières et complètes, mais petites. La plus petite, d'une profondeur de 4½ pouces, a 3 pouces de diamètre. Celles du flanc escarpé vers la mer sont plus grandes et plus profondes. La plus grande a 5 pieds de profondeur et 2 pieds de diamètre. La cloison qui sépare deux de ces chaudières, fig. 11, n'a que 3 pouces d'épaisseur.

Quant aux sillons et stries des surfaces des rochers, on peut dire, le glacier devant les yeux: Voilà des masses de glace qui vont en faire autant. Pour les chaudières, au contraire, on ne peut pas faire de

même. Si l'on dit: gutta cavat lapidem sæpe cadendo et qu'on fasse des chutes d'eau les ateliers où se fabriquent ces chaudières, il faut en général ajouter les observations suivantes: 1) Les bords des chaudières sont trop distincts et leur concavité trop régulière pour qu'elles aient pu être formées par des chutes d'eau, car le jet d'eau n'a pas toujours la même puissance et n'est sans doute que bien rarement cylindrique. 2) Pour que les chutes d'eau eussent pu creuser le rocher, il faudrait que cette opération eût été exécutée par la décomposition; mais, en ce cas, on devrait s'attendre à voir la concavité des chaudières moins unie et plus attaquée qu'elle ne l'est généralement. Il est vrai qu'on la trouve parfois atteinte de décomposition, mais surtout dans la partie qui dépasse le contenu d'eau, ce qui semble indiquer que la détérioration a commencé après l'achèvement de la chaudière. 3) L'eau ne saurait employer avec beaucoup d'effet le sable, le gravier et les pierres comme matériaux du burinage ou de l'excavation. Car, lorsque l'eau met en mouvement ces matérianx, les grains de sable, les fragments de gravier et les pierres roulent et n'usent donc pas, ou au moins bien faiblement, la surface des rochers sur lesquels ils passent.

Quant aux chaudières de géants en particulier, elles se présentent dans des lieux où, en l'absence soit de l'eau soit des précipices, soit des deux, il ne peut être question de chutes d'eau d'après le caractère actuel du relief du pays. D'ailleurs la forme et la position des concavités sont en partie incompatibles avec l'idée qu'elles seraient le résultat de l'action de l'eau. Les rochers qui renferment les chaudières ne donnent pas non plus lieu de penser qu'elles ont été produites par des joints en forme de coupes. Il semble donc naturel de remonter aux courants glaciaires comme les agents probables des chaudières, hypothèse d'ailleurs plus facile à avancer qu'à prouver. A l'égard de ce point il serait heureux qu'on fût bien d'accord pour restreindre ou non l'apparition des chaudières aux seules contrées qui portent les marques du burinage. Car si ces chaudières ne se trouvaient pas ailleurs que dans ces contrées, on pourrait en conclure qu'elles doivent leur existence aux courants glaciaires.

On peut supposer qu'une pierre entraînée sous un glacier rencontre une excavation dans le fond, où elle se trouve arrêtée pendant que le glacier s'avance sur elle en agissant sur sa partie supérieure. En ce cas la pierre semble devoir tourner autour d'un axe horizontal. On peut également se figurer que le courant glaciaire heurte la pierre laissée en arrière avec un peu plus de rapidité d'un côté que de l'autre, et alors il ne semble pas impossible que la pierre, déjà un peu arrondie, puisse arriver à tourner autour d'un axe vertical. En tournant la pierre qui s'use, est occupée à former une excavation arrondie dans le rocher. Ce travail est poursuivi par une autre pierre qui s'use également, la cavité se remplit en partie de gravier et de petites pierres, une grande pierre arrive et tourne en se servant pour creuser du gravier et des petites pierres. Il est aussi possible qu'une pierre située sur le bord ou dans le flanc d'un glacier et entraînée le long de la paroi de la vallée, y puisse trouver une fissure. Retenue alors elle commence à tourner pendant que le glacier s'avance en touchant l'un de ses côtés. C'est ainsi qu'il semble le plus naturel d'expliquer la naissance des demi-cylindres tantôt verticaux tantôt obliques, creusés dans les flancs des rochers. En général il n'est pas toujours dit que, le glacier heurtant avec une pierre arrondie contre un rocher qui présente une excavation, la résultante de la pression de la glace sur la pierre s'exerce précisément sur le point ou la face de contact entre la pierre et le rocher. Si non, il faut que la pierre tourne. Il n'est pas dit non plus que l'action de la glace sur la pierre suive toujours la même direction, ce qui augmente les chances de rotation. Nous devons rappeler ici que, soumise à nne forte pression, la glace se transforme en eau: il se peut donc que le glacier continue à se diriger contre le flanc du rocher sans s'écarter des deux côtes. A la fin je ferai ressortir cette circonstance si étrange selon moi, qu'on trouve si souvent dans

le même lieu plusieurs chaudières réunies. Pourrait-il exister dans un courant glaciaire plusieurs contre-courants?

Moraines et terrasses.

A l'embouchure de presque toutes les rivières dans le fjord de Hardanger et ses différents bras il se trouve de grands et de petits assemblages de graviers et de cailloux, en général à surface unie et horizontale. Dans la pupart des cas on peut donner à ces masses détachées le nom de moraines.

Devant l'extrémité septentrionale du lac de Sandvevand, long de 9000 kilomètres, du côté de l'eau, il y a une moraine composée de pierres, en partie immenses; elle forme dans le vallon étroit et profond une digue transversale pour ce lac, qui a une profondeur de 388 pieds et dont la surface est à 275 pieds au-dessus et le fond à 113 pieds au-dessous du niveau du fjord. La rivière a sa source dans le lac à l'extrémité est de la moraine entre celle-ci et le flanc escarpé de la vallée. A cette moraine se joignent immédiatement 5 terrasses de sable et de gravier à surfaces horizontales, ou peut-être serait-il plus juste de dire que la moraine se termine en un rempart de sable et de gravier à 5 gradins horizontaux qui tournent leurs côtés escarpés, en partie contre la rivière, mais surtout contre le fjord.

La surface	horizontale	de	la 1e	terrasse	est à	12	pieds	au-dessus de la mer.
—	—	-	la 2e	—	-	43	—	—
—	—	-	la 3e	—	-	80	—	—
—	—	-	la 4e	—	-	94	—	—
—	—	-	la 5e	—	-	293	—	—

Les terrasses du milieu n'ont qu'une petite étendue horizontale, la première et surtout la cinquième en ont une assez grande. Sur ces dernières terrasses se trouvent quelques propriétés de paysans avec des champs et des prés, mais le sol y est sablonneux et aride.

Dans le Sørfjord, à l'embouchure de la rivière de Tysso, il y a aussi un assemblage considérable de gravier, de sable et de cailloux à terrasses horizontales. Une petite partie de ces dépôts est située du côté nord de la rivière avec trois terrasses; toutefois, la plupart sont situées du côté sud avec deux terrasses si distinctes qu'on les croirait produites par la main de l'art. Le plus bas de ces assemblages est à 115 pieds et le plus haut à 253 pieds au-dessus de la mer.

A l'embouchure de la rivière d'Opo il y a une moraine qui débouche de l'est dans le Sørfjord avec un rempart de sable et de gravier qui forme un promontoire à 3 terrasses, sur lequel est situé le presbytère d'Ullensvang. Ce promontoire est l'unique de son genre dans le fjord de Hardanger. Les autres sont exclusivement ou essentiellement composés de roches solides. Au moins est-ce la roche qui en forme la base et l'appui.

A l'embouchure de la rivière de Kinso se présente une moraine qui se termine contre le fjord en 5 terrasses, pourtant moins distinctes, dont la 1e est à 18 pieds au-dessus de la mer

la 2e	— 71	—	—	—
la 3e	— 138	—	—	—
la 4e	— 205	—	—	—
la 5e	— 239	—	—	—.

Cette moraine boisée qui forme une grande sapinière, dans la partie méridionale de laquelle la rivière s'est creusé un canal profond, s'est placée au confluent de deux rivières: la rivière principale Kinso

qui vient du sud-est et son affluent Vivippo qui vient du nord-est. Cette moraine, au fond composée de deux, se distingue par plusieurs enfoncements arrondis à pic, dont l'un a une profondeur d'environ 50 pieds.

Entre le fjord et le lac Øifjord la vallée est remplie transversalement par un banc de matériaux détachés: sable, gravier et cailloux, à travers lequel la rivière, peut-être la plus grande du diocèse de Bergen, a formé un canal profond. Le banc, je ne sais si l'on peut lui appliquer le nom de moraine, forme une digue entre le fjord et le lac Øifjord, qui a une profondeur de 231 pieds et dont la surface est à 43 pieds au-dessus et le fond à 188 pieds au-dessous de la mer. Des deux côtés de la rivière se présente une surface horizontale, mais d'inégale hauteur. Le banc atteint une élevation de 63 pieds, du côté sud, et de 331 pieds, du côté nord, au-dessus de la mer et de 288 pieds au-dessus du lac Øifjord. Le banc en terrasse au nord de la rivière, où l'on prétend qu'il y a de l'argile, a une étendue horizontale assez considérable et ressemble, quant à l'égalité et à l'horizontalité, à une surface de glace.

Entre le fond du Gravensfjord et le lac Gravensvand se trouve une moraine traversée par la rivière, qui se termine du côté du fjord en 4 terrasses, dont

la 1e	est à	29	pieds au-dessus de la mer
la 2e	—	47	— — —
la 3e	—	98	— — —
la 4e	—	155	— — —

et à 73 pieds au-dessus du lac Gravensvand, qui a 276 pieds de profondeur et dont la surface est à 82 pieds au-dessus et le fond à 194 pieds au-dessous du niveau de la mer.

Dans la vallée de Bondhuus en Mouranger il y a sur le côté est de la rivière une moraine mentionnée par M. le professeur Forbes dans son ouvrage „Norway and its glaciers", mais dont je n'ai pas pris le niveau. Cette moraine semble aussi avoir formé dans le temps une digue entre le fjord et un lac qui toutefois a dû avoir une bien plus grande étendue que le lac actuel. Mais il faut que la moraine ait été percée de façon à laisser écouler la plus grande quantité de l'eau.

Les nivellements mentionnés plus haut ont été faits pour savoir si les terrasses des différents lieux correspondaient entre elles en nombre et en hauteur. Il n'en est pas ainsi.

Enfin il faut remarquer que çà et là à différentes hauteurs, sur les flancs des rochers qui longent le Hardangerfjord, mais surtout sur ses rives, on trouve des pierres plus ou moins arrondies qu'il faut considérer comme des réminiscences dispersées de moraines latérales. On ne se tromperait guère en concluant que les pierres de cette espèce qui se trouvent plus loin dans le fjord sont venues de l'intérieur, conclusion qui doit indubitablement s'appliquer à quelques cailloux roulés placés sur la pointe septentrionale de l'île de Varaldsø, d'où ils ne tirent certainement pas leur origine.

Une chose qui paraissait étrange et peut-être digne d'attention, c'est que dans toutes les vallées qui débouchent avec une faible inclinaison dans le fjord de Hardanger, il y avait des eaux ou de petits lacs séparés du fjord par des moraines ou digues de sable et de gravier en forme de terrasses et dont le fond est bien au-dessous du niveau du fjord, savoir à Odda, Øjfjord et Graven, auxquels il faut peut-être ajouter le lac de la vallée de Bondhuus. Le fond de toutes les autres vallées qui se dirigent du fjord monte trop rapidement pour servir de lit à un lac. On peut considérer comme une chose vraisemblable et pour ainsi dire certaine que, du point de vue géologique, il n'y a pas longtemps que toutes ces eaux ont été réunies aux bras respectifs du golfe.

La surface égale et horizontale de ces terrasses prouve qu'elles ont été formées sous l'eau. Il faut

donc que jadis le sol ait été beaucoup plus bas qu'à présent par rapport à la mer. Or, la plus élevée de ces terrasses est à 381 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer. Toutefois, comme les traces du burinage passent sous les moraines et les terrasses et que le rocher sous-jacent a dû être buriné même avant qu'elles s'y soient formées, on dirait au premier coup d'oeil que le sol ait été beaucoup plus élevé avant que pendant la formation des terrasses et des moraines, en d'autres termes: on dirait que, pour expliquer les traces du burinage et les terrasses horizontales, il faudrait donner au pays trois altitudes différentes et successives à époques correspondantes, savoir: 1°) une position supérieure, pendant laquelle le sol sous les terrasses ainsi que les rochers qui se trouvaient au niveau actuel de la mer, ont reçu les traces du burinage; 2°) une position moins élevée, à l'époque de laquelle les terrasses horizontales ont été déposées ou amoncelées sous l'eau; 3°) la position actuelle, où les terrasses sont à sec. Toutefois, vu de plus près, ce mouvement alternatif d'ascension et de descente peu probable n'est pas indispensable pour expliquer les phénomènes en question. On en est quitte pour un simple soulèvement du sol, unique ou successif.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les traces du burinage se montraient sur le flanc des rochers, qui forme le côté est de la vallée qui débouche à Fixeisund à 1500 pieds environ au-dessus du fond de la vallée. Par conséquent le glacier qui a laissé ces moraines a dû avoir une épaisseur de 1500 pieds au moins.[1] Lorsque des courants glaciaires aussi puissants ont glisssé dans la mer, il faut qu'ils aient atteint à une grande profondeur. La puissance des glaciers qui sont descendus dans le fjord de Hardanger et la profondeur à laquelle ils y ont atteint, apparaissent encore plus grandes à l'imagination lorsqu'on se souvient que le courant glaciaire sorti du Sørfjord a laissé des traces de burinage à une hauteur de 1500 pieds environ au-dessus du niveau de la mer, sur une partie de rochers appelée Galden, immédiatement au-dessus de la propriété Sexe. On compte que les huit neuvièmes du volume des glaces flottantes sont immergés. Le tirant d'eau nécessaire aux glaces flottantes pour surnager ou pour que les huit neuvièmes de leur volume soient immergés, dépend naturellement de la forme de ces glaces. Nous devons nous rappeler ici que le lit d'un fjord se rétrécit successivement en s'approchant du fond, ce qui fait que la coupe verticale du glacier des fjords, de même que le glacier des vallées, doit toujours avoir quelque ressemblance avec une parabole dont l'ouverture tourne en haut. Par conséquent les glaciers qui descendent dans un fjord et un glacier poussé hors du fjord doivent proportionellement s'enfoncer très profondément pour être portés par l'eau ou pour surnager. Nous pouvons également rapppeler que la partie d'un glacier des vallées, descendue dans l'eau, doit pénétrer plus profondément que les glaces flottantes qui s'en sont détachées. Or, la force ascensionnelle nécessaire pour détacher les glaces flottantes doit être plus grande que celle qu'il faut pour les faire surnager. Cette conclusion se trouve appuyée par le fait mentionné par M. Rink dans sa description du Groënland, tome 1, page 17, c'est à dire „que les glaces flottantes, encore rapprochées des glaces de la terre d'où elles proviennent, s'élèvent sur la mer à une hauteur plus grande que le bord extrême de ces dernières.“ Dans le même ouvrage, page 16, l'auteur mentionne des glaces flottantes qui s'élèvent jusqu'à 200 pieds au-dessus de la mer, et qui à sec montreraient une épaisseur de plus de 1000 pieds En Septembre 1822 Couthony[2] vit des glaces flottantes échouées sur le bord oriental du banc de Terre-Neuve à une profondeur de 720 à 780 pieds.

D'après tout ce qui vient d'être mentionné il y a tout lieu de croire que quand même, à l'époque

[1] Dans la description du Groënland par M. H. Rink, tome 1, page 14, on voit mentionner des couches de glace qui sont „peut-être d'une épaisseur de 2000 pieds.“

[2] The americain journal of sciences and arts, volume 43, page 154.

où les glaciers en question descendaient dans le fjord de Hardanger, le sol aurait été si bas que la mer eût dépassé de beaucoup les terrasses décrites plus haut, dont la plus haute est à 331 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer, les glaciers s'enfonçaient assez dans l'eau pour buriner et tracer des sillons et des stries sur le sol rocheux où plus tard les terrasses se sont formées. Ainsi on n'a pas besoin d'imprimer au sol cette ascension et descente alternative pour expliquer l'existence des traces de burinage et des terrasses en question.

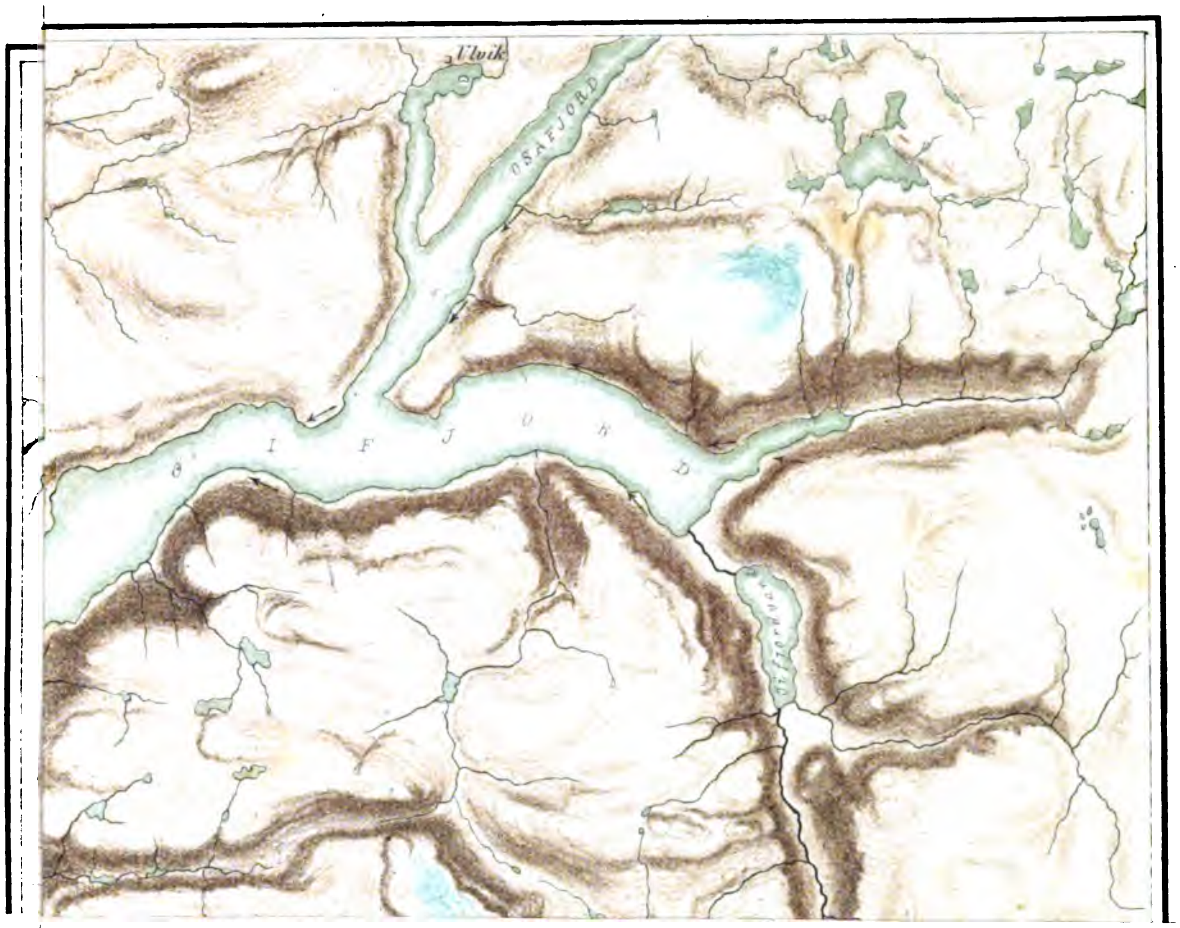
D'après ce qui a été cité plus haut, surtout sur l'élevation des marques laissées par le glacier sortant du fjord de Hardanger, élevation qui fait supposer chez ce glacier une immense puissance, on pourrait même se demander s'il n'a pas exercé son action jusque sur le fond du fjord. On pourrait peut-être expliquer ainsi la grande profondeur du fjord, comparée à celle de la Mer du Nord, bien qu'on eût dû s'attendre à voir son lit rempli de détritus amenés sans doute en grandes masses par les glaciers et les cours d'eau qui passaient dessous.

Les terrasses en question, dont la plupart se rattachent immédiatement à des moraines, n'ont pu être formées pendant qu'un glacier de quelque puissance s'avançait encore dans le fjord de Hardanger, car un courant glaciaire profond devait s'y opposer. D'un autre côté il n'est pas probable non plus qu'elles se soient formées après que les glaciers des vallées s'étaient éloignés à une grande distance de la mer, car en ce cas, les eaux situées au-dessus des terrasses auraient dû se remplir de détritus: limon, sable, gravier et pierres. Il est donc vraisemblable qu'elles se sont formées à l'époque où les glaciers des vallées s'étendaient encore jusqu'à l'extrémité inférieure des dites eaux en en remplissant toujours le bassin.

Quant à la retraite des glaciers dans les vallées, on peut conclure qu'elle s'est opérée pendant un espace de temps relativement court. Autrement on rencontrerait moraine sur moraine en remontant les vallées, mais il n'en est pas ainsi, surtout en ce qui concerne les glaciers des vallées du Folgefon.

Errata.

Page 19,	ligne 12	d'en bas,	et de ses branches est généralement exempte exemptes . . .		lises et ses branches sont généralement
—	—	8 —	4500	lisez	$4^1/_2$
— 20,	—	8 d'en haut,	Kvamma . . .	—	Kvammabugten
—	—	12 —	9000	—	9
— 21,	—	15 —	plussieurs . . .	—	plusieurs
— 22,	—	10 —	3000 6000 9000	—	lisez 3 6 9
—	—	12 —	sud-ouest . . .	—	sud-est
—	—	13 —	nord-ouest . . .	—	nord-est
— 23,	—	6 d'en bas,	formé	—	formés
—	—	4 —	au-dessus des .	—	au-dessus de la mer sur les
— 24,	—	12 d'en haut,	buriné	—	burinée
— 29,	—	13 d'en bas,	complètes . . .	—	incomplètes
—	—	9 —	longue	—	basse
— 30,	—	13 d'en haut,	Quant aux . .	—	Quant à ces
—	—	3 d'en bas,	nne	—	une
— 31,	—	7 d'en haut,	9000	—	9
—	—	10 —	a sa source dans le	—	sort du
—	—	15 d'en bas,	qu'on	—	qu'on
— 32,	—	3 d'en haut,	Øifjord	—	Øifjordvand
—	—	6 —	Øifjord	—	Øifjordvand
—	—	9 —	Øifjord	—	Øifjordvand
— 33,	—	15 —	moraines . . .	—	traces


Ulvik
OSAFJORD